



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΠΙΒΑΤΗΓΟΥ ΠΛΟΙΟΥ "OPEN SEAS"**

**Ερώτημα : 11**

- ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΔΙΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>General Particulars</b>	<b>1</b>
<b>Περιεχόμενα Stability Booklet</b>	<b>3</b>
<b>Οδηγίες για τον Πλοίαρχο</b>	<b>3</b>
<b>Κανονισμοί Ευστάθειας</b>	<b>4</b>
<b>Κριτήρια Ευστάθειας Επιβατηγών Πλοίων</b>	<b>5</b>
<b>Κριτήριο Ανέμου</b>	<b>6</b>
<b>Tanks Data</b>	<b>10</b>
<b>Υπολογισμός Ελεύθερων Επιφανειών</b>	<b>12</b>
<b>Condition 1: Lightship</b>	<b>14</b>
<b>Condition 2: Departure With No Passengers</b>	<b>16</b>
<b>Condition 3: Arrival With No Passengers</b>	<b>29</b>
<b>Condition 4: Departure With Passengers</b>	<b>41</b>
<b>Condition 5: Arrival With Passengers</b>	<b>52</b>
<b>Hydrostatic Curves</b>	

**P/V "OPEN SEAS"****General Particulars**

Vessel's Name	:	"OPEN SEAS"
Type of Ship	:	PASSENGER VESSEL
Signal Letters	:	
Official Number	:	
Port of Registry	:	PIRAEUS
Particulars of Classification	:	A.B.S.
Owner's Name and Address	:	KARYDIS KIMON SARONIDA
Builder's Name and Address	:	KARYDIS KIMON SARONIDA
Yard Number	:	
Date of Build	:	
Moulded Dimensions (m)	:	L <sub>BP</sub> = 100.00m B = 16.40m D = 7.50m
Summer Load line Draught (m)	:	5.00 m
Passengers	:	120
Crew	:	60
Gross Tonnage	:	
Net Tonnage	:	
Displacement	:	
Deadweight	:	1500 tons
Block Coefficient	:	0.585
Service Speed	:	17.0 kn

**Main Engine's Particulars**

Caterpillar Diesel : C280-8

Number of Engines : 2

Number of Cylinders : 8L

BHP : 2300 kW / 3084 HP

**Propeller's Particulars**

Number of Propellers : 2

TYPE : B-SCREW WAGENINGEN

Diameter : 3.250 m

Number of Blades : 4

P/D = 1.070

$A_E / A_O$  = 0.65

### **Περιεχόμενα του Stability Booklet**

Το παρών φυλλάδιο περιέχει πλήρη πίνακα δεξαμενών με στοιχεία για τον όγκο, την απόστασή τους από την Base Line και από την Πρυμναία Κάθετο, καθώς και για την επίδραση των ελεύθερων επιφανειών τους.

Σε κάθε κατάσταση φορτίου δίνεται πλήρης πίνακας των δεξαμενών καθώς και γραφική παράσταση της καμπύλης GZ-φ, όπου και αναγράφονται όλα τα κριτήρια ευστάθειας που πρέπει να ικανοποιούνται βάσει των Διεθνών Κανονισμών. Επίσης δίνεται σχηματική παράσταση του πλοίου όπου φαίνονται οι δεξαμενές και το φορτίο τους.

Η ευστάθεια εξετάζεται στις εξής δύο καταστάσεις φόρτωσης :

- Πλοίο με μέγιστο αριθμό επιβατών και πλήρες βάρος καυσίμων, ποσίμου και τροφοδοτικού νερού και εφοδίων.
- Πλοίο με μέγιστο αριθμό επιβατών και 25% του βάρους καυσίμων, ποσίμου και τροφοδοτικού νερού και εφοδίων.

### **Οδηγίες για τον Πλοίαρχο και για οποιονδήποτε χρησιμοποιεί τα δεδομένα του παρόντος Stability Booklet**

- Σε κάθε περίπτωση, οι δεξαμενές που δεν χρησιμοποιήθηκαν πρέπει, κατά το μέτρο του δυνατού, να είναι είτε εντελώς άδειες είτε εντελώς γεμάτες για να ελαχιστοποιείται η επίδραση των ελευθέρων επιφανειών.
- Όταν κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού είναι αναγκαία η πλήρωση μιας επιπλέον δεξαμενής έρματος απαιτείται η δέουσα προσοχή έτσι ώστε κατά το γέμισμα της δεξαμενής το πλοίο να έχει την απαιτούμενη ευστάθεια να αντεπεξέλθει στην επίδραση της δημιουργούμενης ελεύθερης επιφανείας.
- Σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει το πλοίο να βρίσκεται εν πλω στην κατάσταση Light Ship.

**Κανονισμοί Ευστάθειας**

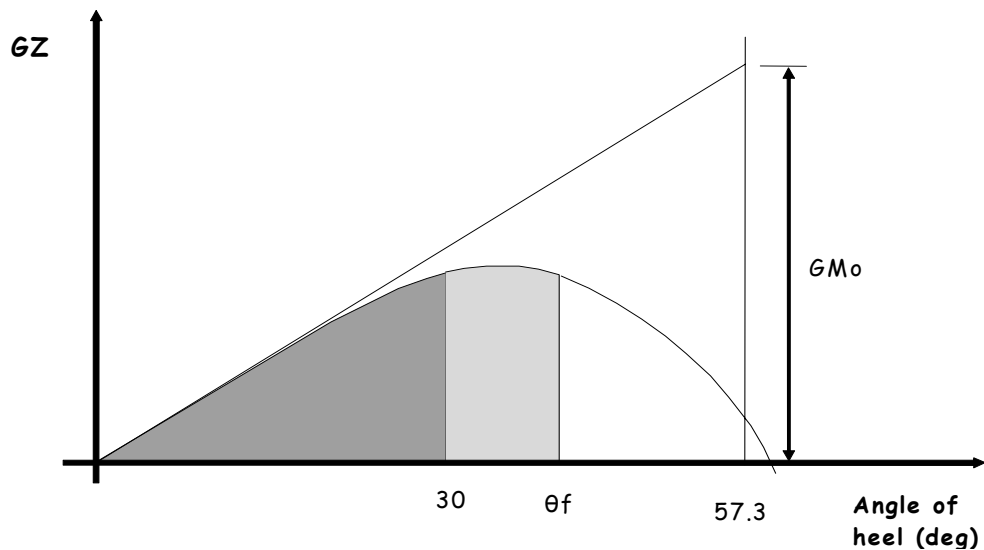
Οι απαιτούμενοι Κανονισμοί Ευστάθειας είναι οι ακόλουθοι:

- Η απόσταση μεταξύ των εγκάρσιων φρακτών πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του νηογνώμονα και των κανονισμών ασφαλείας .
- Πρέπει να επιτυγχάνεται κατά το δυνατόν ισοβύθιστο πλοίο στην έμφορτη κατάσταση αναχώρησης, διαγωγή 300 mm , η οποία θεωρείται ικανοποιητική.
- Η πρωραία διαγωγή δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 900 mm σε οποιαδήποτε κατάσταση φόρτωσης ή ερματισμού, εκτός από την έμφορτη κατάσταση αναχώρησης .
- Το ελάχιστο πρυμναίο βύθισμα πρέπει να είναι ίσο προς τη διάμετρο της έλικας αυξανόμενο κατά 600 mm, δηλαδή να ισχύει η ανισότητα :  
$$T_A \geq D_{EL} + 600 \text{ mm} = 3.850 \text{ m}$$
- Το ελάχιστο πρωραίο βύθισμα πρέπει να είναι ίσο με  $0.027 \cdot L_{BP}$  σε οποιαδήποτε κατάσταση ερματισμού, δηλαδή ισχύει η ανισότητα :  
$$T_F \geq 0,027 \cdot L_{BP} = 2.700 \text{ m}$$
- Το μετακεντρικό ύψος πρέπει να είναι θετικό και κατ'ελάχιστο ίσο με 0.15 m, δηλαδή :  $GM \geq 0.15\text{m}$

### Κριτήρια Ευστάθειας Επιβατηγών Πλοίων

Σε κάθε κατάσταση φόρτωσης, πρέπει η ευστάθεια του πλοίου να ικανοποιεί τα κάτωθι κριτήρια ευστάθειας (σύμφωνα με τα Code on Intact Stability/Chapter 3 και IMO Resolution A.749 (18)):

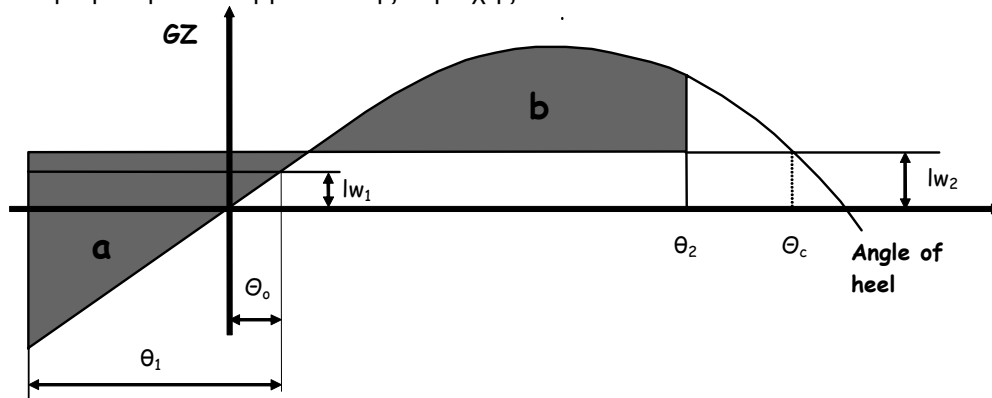
- Το εμβαδόν κάτωθεν της καμπύλης GZ-φ δεν πρέπει να είναι μικρότερη από:
  - 0.055 meter-radians έως τη γωνία των 30°,
  - 0.090 meter-radians έως τη γωνία των 40° ή τη γωνία κατάκλισης  $\theta_f$ , αν αυτή είναι μικρότερη των 40°,
  - 0.030 meters-radians μεταξύ των γωνιών κλίσης 30° και 40° ή μεταξύ των γωνιών 30° και  $\theta_f$ , εάν η γωνία αυτή είναι μικρότερη των 40°.
- Ο μοχλοβραχίονας επαναφοράς πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 0.20m για γωνίες μεγαλύτερες ή ίσες των 30°.
- Η γωνία του μέγιστου μοχλοβραχίονα επαναφοράς  $\theta_{GZmax}$ , πρέπει να είναι, κατά προτίμηση, μεγαλύτερη των 30°, αλλά σε καμία περίπτωση μικρότερη των 25°.
- Το αρχικό μετακεντρικό ύψος δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 0.15m.
- Η γωνία εγκάρσιας κλίσης  $\theta_r$  λόγω μετακίνησης των επιβατών στην μία πλευρά του πλοίου πρέπει να είναι μικρότερη των 10°.
- Η γωνία εγκάρσιας κλίσης κατά την διαδικασία στροφής με την ταχύτητα υπηρεσίας, υπολογιζόμενη από την σχέση  $M_R = 0.196 \frac{V_0^2 \cdot \Delta}{L} \cdot (KG - \frac{d}{2})$ , να είναι μικρότερη των 10°.



**Κριτήριο Ανέμου - Severe wind and rolling criterion (weather criterion)**

Η ικανότητα του πλοίου να ανθίσταται σε συνδυασμό επιδράσεων πλάγιου ανέμου και διατοιχισμού πρέπει να περιγραφεί για κάθε κατάσταση φόρτωσης σύμφωνα με το παρακάτω σχεδιάγραμμα:

1. Στο πλοίο επιδρά σταθερή πίεση ανέμου κάθετα στην centreline του πλοίου έχοντας σαν αποτέλεσμα έναν σταθερό μοχλοβραχίονα ανέμου ( $lw_1$ ).
2. Από την απορρέουσα γωνία ισορροπίας ( $\theta_1$ ), το πλοίο θεωρείται ότι διατοιχίζεται εξαιτίας επίδρασης κύματος σε μια γωνία διατοιχισμού ( $\theta_1$ ).
3. Το πλοίο τότε υπόκειται σε πίεση ριπής ανέμου έχοντας σαν αποτέλεσμα σε μοχλοβραχίονα ανέμου ( $lw_2$ ).
4. Υπό αυτές τις συνθήκες, το εμβαδόν της περιοχής "b" πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο του εμβαδού της περιοχής "a".



Οι γωνίες που παρουσιάζονται στο παραπάνω σχέδιο ορίζονται ως εξής:

- $\theta_0$  = Γωνία κλίσης υπό την επίδραση σταθερού ανέμου,  
 $\theta_1$  = Γωνία διατοιχισμού προς την πλευρά του ανέμου υπό την επίδραση κυματισμού,  
 $\theta_2$  = Γωνία κατάκλισης ( $\theta_f$ ) ή  $50^\circ$  ή  $\theta_c$ , όποια είναι μικρότερη,

όπου:

- $\theta_f$  = γωνία κλίσης όπου ανοίγματα στην γάστρα και στις υπερκατασκευές δεν έχουν κλεισίματα υδατοστεγανού τύπου. Μικρά ανοίγματα, από όπου δεν μπορεί να γίνει προοδευτική κατάκλιση δεν λαμβάνονται υπόψη.  
 $\theta_c$  = γωνία τομής μεταξύ του μοχλοβραχίονα ανέμου ( $lw_2$ ) και της καμπύλης GZ-φ.



Οι μοχλοβραχίονες ανέμου ( $I_{w1}$ ) και ( $I_{w2}$ ) είναι σταθερές τιμές και οι γωνίες κλίσης υπολογίζονται ως εξής:

$$I_{w1} = \frac{P \cdot A \cdot Z}{1000 \cdot g \cdot \Delta} (\text{m}) \quad \text{και} \quad I_{w2} = 1.5 \times I_{w1} (\text{m})$$

όπου:

$$P = 504 \text{ N/m}^2.$$

$A$  = προβεβλημένη πλάγια επιφάνεια του πλοίου πάνω και του φορτίου πάνω από την ίσαλο πλεύσης ( $\text{m}^2$ ),

$Z$  = καθ' ύψος απόσταση του κέντρου της επιφάνειας  $A$  από το κέντρο της βρεχόμενης επιφάνειας του πλοίου (m),

$\Delta$  = εκτόπισμα (t)

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Η γωνία του roll ( $\theta_1$ ) υπολογίζεται από τη σχέση:  $\theta_1 = 109 \cdot k \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot \sqrt{r \cdot s}$

όπου:  $X_1$  = συντελεστής που λαμβάνεται από πίνακα

$X_2$  = συντελεστής που λαμβάνεται από πίνακα

$k$  = συντελεστής που λαμβάνεται ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι παρατροπιδίων. Για το υπό μελέτη πλοίο  $A_k=0 \rightarrow k=1.0$

$$r = 0.73 \pm 0.6 \cdot OG/d$$

όπου:

$OG$  = απόσταση μεταξύ του κέντρου βάρους  $KG$  και της ισάλου πλεύσης (m) [(+) αν το  $KG$  είναι πάνω από την ίσαλο, (-) αν είναι κάτω από την ίσαλο πλεύσης]

$d$  = βύθισμα πλοίου (m)

$s$  = συντελεστής που λαμβάνεται από πίνακα

Values of factor $X_1$	
B/d	$X_1$
< 2.4	1.00
2.5	0.98
2.6	0.96
2.7	0.95
2.8	0.93
2.9	0.91
3.0	0.90
3.1	0.88
3.2	0.86
3.4	0.82
> 3.5	0.80

Values of factor $X_2$	
$C_B$	$X_2$
< 0.45	0.75
0.50	0.82
0.55	0.89
0.60	0.95
0.65	0.97
> 0.70	1.00

Values of factor k	
$\frac{A_k \times 100}{L \times B}$	k
0.0	1.00
1.0	0.98
1.5	0.95
2.0	0.88
2.5	0.79
3.0	0.74
3.5	0.72
> 4.0	0.70

Values of factor s	
T	s
< 6	0.100
7	0.098
8	0.093
12	0.065
14	0.053
16	0.044
18	0.038
> 20	0.035

Περίοδος Διατοιχισμού: 
$$T = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{GM}} \text{ (seconds)}$$

Όπου:  $C = 0.373 + 0.023 \cdot (B/d) - 0.043 \cdot (L/100)$

L = μήκος ισάλου (m)

B = πλάτος πλοίου (m)

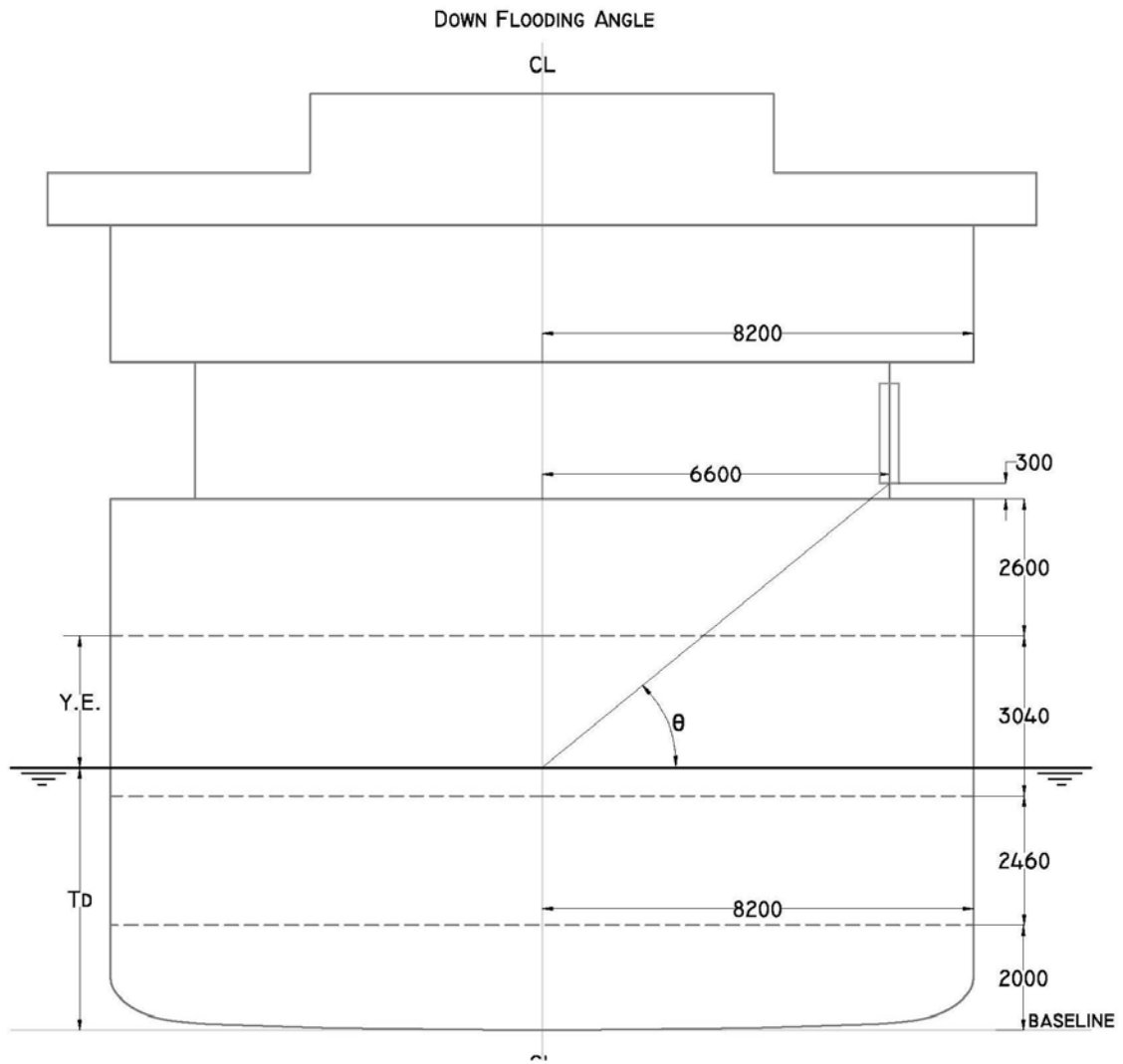
d = μέσο βύθισμα (m)

$C_B$  = συντελεστής γάστρας

$A_k$  = Συνολική επιφάνεια των παρατροπιδίων ( $m^2$ )

GM = μετακεντρικό ύψος διορθωμένο για την επίδραση των ελεύθερων επιφανειών των δεξαμενών (m)

Η γωνία κατάκλισης  $\theta_f$  υπολογίζεται από το άνοιγμα καιροστεγούς πόρτας στην πλευρά της δεύτερης υπερκατασκευής (0.30m above Upper deck / 10.40m above Base Line) .



$$\tan\theta_f = \frac{Y.E. + H_{deckA} + 0.300}{B_{superstructure}/2}$$

<b>TANKS DATA</b>
-------------------

**FUEL OIL TANKS** $\gamma=0,95 \text{ ton/m}^3$ 

at 98%Full

Designation of TANKS	Frames No	Capacity (m <sup>3</sup> )	Weight (ton)	KG(m)	LCG(m)	Mfs
F.O.Tank No9 (P)	159-174	99.48	94.51	1.42	55.10	46.185
F.O.Tank No10 (C)	82-103	150.21	142.70	0.98	55.10	96.951
F.O.Tank No11 (S)	82-103	99.48	94.51	1.42	55.10	46.185
F.O.Tank No13 (P)	64-82	27.85	26.46	0.61	43.44	10.271
F.O.Tank No16 (S)	64-82	27.85	26.46	0.61	43.44	10.271
F.O.Tank No23 (C)	41-60	46.24	43.93	0.76	30.20	14.713
F.O.Tank No27 (C)	27-39	26.96	25.61	0.77	21.22	8.345
F.O.Tank No14 (P) (Daily)	64-82	30.17	28.66	0.49	43.35	9.426
F.O.Tank No15 (S) (Settl.)	64-82	28.50	27.08	0.49	43.30	8.655
<b>Total F.O.</b>		<b>536.74</b>	<b>509.91</b>	<b>1.02</b>	<b>48.76</b>	<b>251.003</b>

**DIESEL OIL TANKS** $\gamma=0,880\text{ton/m}^3$ 

at 98%Full

Designation of TANKS	Frames No	Capacity (m <sup>3</sup> )	Weight (ton)	KG(m)	LCG(m)	Mfs
D.O.Tank No12 (C)	82-89	64.39	56.66	3.23	50.88	39.364
D.O.Tank No21 (C)	60-62	5.36	4.71	0.72	36.20	1.658
D.O.Tank No22 (P)	41-62	18.74	16.49	0.93	31.50	4.216
D.O.Tank No24 (S)	41-62	18.74	16.49	0.93	31.50	4.216
D.O.Tank No25 (C)	40-41	3.10	2.73	0.70	23.91	1.097
D.O.Tank No26 (C)	39-40	3.10	2.73	0.70	23.31	1.097
<b>Total D.O.</b>		<b>113.43</b>	<b>99.82</b>	<b>2.21</b>	<b>42.29</b>	<b>51.648</b>

**LUBE OIL TANKS** $\gamma=0,920\text{ton/m}^3$ 

at 98%Full

Designation of TANKS	Frames No	Capacity (m <sup>3</sup> )	Weight (ton)	KG(m)	LCG(m)	Mfs
L.O.Tank No17 (P)	77-80	1.34	1.23	0.50	46.68	0.074
L.O.Tank No18 (S)	77-80	1.12	1.03	0.50	46.68	0.057
L.O.Tank No19 (S)	77-80	1.34	1.23	0.50	46.68	0.074
L.O.Tank No20 (C)	62-64	16.10	14.81	0.80	37.40	17.157
L.O.Tank No28 (C)	25-27	1.18	1.09	0.82	15.20	0.071
<b>Total L.O.</b>		<b>19.89</b>	<b>18.30</b>	<b>0.79</b>	<b>40.07</b>	<b>17.434</b>

**FRESH WATER TANKS** $\gamma=1,00 \text{ ton/m}^3$ 

at 100%Full

Designation of TANKS	Frames No	Capacity (m <sup>3</sup> )	Weight (ton)	KG(m)	LCG(m)	Mfs
F.W.Tank No04 (C)	133-151	198.80	198.80	2.96	83.85	186.849
F.W.Tank No06 (P)	103-118	56.86	56.86	1.17	65.80	24.733
F.W.Tank No07 (C)	103-118	107.28	107.28	0.98	65.90	72.883
F.W.Tank No08 (S)	103-118	56.86	56.86	1.17	65.80	24.733
F.W.Tank No29 (P)	27-40	83.55	83.55	3.48	19.70	49.239
F.W.Tank No30 (S)	27-10	83.55	83.55	3.48	19.70	49.239
F.W.Tank No31 (C)	20-23	6.16	6.16	3.96	12.50	2.010
F.W.Tank No32 (C)	6 - 23	38.31	38.31	3.06	8.50	17.519
<b>Total F.W.</b>		<b>631.37</b>	<b>631.37</b>	<b>2.45</b>	<b>55.30</b>	<b>427.204</b>

**WATER BALLAST TANKS** $\gamma=1,025 \text{ ton/m}^3$ 

at 100%Full

Designation of TANKS	Frames No	Capacity (m <sup>3</sup> )	Weight (ton)	KG(m)	LCG(m)	Mfs
W.B.Tank No01 (C)	159-174	70.28	72.04	2.58	97.85	7.068
W.B.Tank No02 (C)	151-159	34	34.85	0.86	92.25	18.115
W.B.Tank No03 (C)	133-151	71.79	73.58	0.86	84.65	43.664
W.B.Tank No05 (C)	118-133	146.69	150.36	1.12	74.75	172.354
W.B.Tank No33 (C)	6~13	3.073	3.15	1.23	5.47	0.030
W.B.Tank No34 (C)	AE-6	90.49	92.75	4.21	0.83	56.909
<b>Total W.B.</b>		<b>416.32</b>	<b>426.73</b>	<b>1.97</b>	<b>65.21</b>	<b>298.140</b>

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ****FUEL OIL TANKS**

Space	V(m <sup>3</sup> )	B(m)	H(m)	L(m)	δ	B/H	K	γ(ton/m <sup>3</sup> )	Mfs (ton*m)
F.O.Tank No9 (P)	99.48	5.000	2.000	12.600	0.790	2.500	0.110	0.950	46.185
F.O.Tank No10 (C)	150.21	6.400	2.000	12.600	0.931	3.200	0.110	0.950	96.951
F.O.Tank No11 (S)	99.48	5.000	2.000	12.600	0.790	2.500	0.110	0.950	46.185
F.O.Tank No13 (P)	27.85	4.830	1.000	10.800	0.534	4.830	0.110	0.950	10.271
F.O.Tank No14 (P)	30.17	3.200	1.000	10.800	0.873	3.200	0.110	0.950	9.426
F.O.Tank No15 (S)	28.50	3.200	1.000	10.800	0.825	3.200	0.110	0.950	8.655
F.O.Tank No16 (S)	27.85	4.830	1.000	10.800	0.534	4.830	0.110	0.950	10.271
F.O.Tank No23 (C)	46.24	3.200	1.400	11.400	0.905	2.286	0.110	0.950	14.713
F.O.Tank No27 (C)	26.96	3.280	1.400	7.200	0.815	2.343	0.110	0.950	8.345

**DIESEL OIL TANKS**

Space	V(m <sup>3</sup> )	B(m)	H(m)	L(m)	δ	B/H	K	γ(ton/m <sup>3</sup> )	Mfs (ton*m)
D.O.Tank No12 (C)	64.39	6.400	2.460	4.200	0.974	2.602	0.110	0.880	39.364
D.O.Tank No21 (C)	5.36	3.200	1.400	1.200	0.997	2.286	0.110	0.880	1.658
D.O.Tank No22 (P)	18.74	5.085	1.400	12.600	0.209	3.632	0.110	0.880	4.216
D.O.Tank No24 (S)	18.74	5.085	1.400	12.600	0.209	3.632	0.110	0.880	4.216
D.O.Tank No25 (C)	3.10	3.620	1.400	0.600	1.019	2.586	0.110	0.880	1.097
D.O.Tank No26 (C)	3.10	3.620	1.400	0.600	1.019	2.586	0.110	0.880	1.097

**LUBE OIL TANKS**

Space	V(m <sup>3</sup> )	B(m)	H(m)	L(m)	δ	B/H	K	γ(ton/m <sup>3</sup> )	Mfs (ton*m)
L.O.Tank No17 (P)	1.34	1.000	1.000	1.800	0.744	1.000	0.070	0.920	0.074
L.O.Tank No18 (S)	1.12	1.000	1.000	1.800	0.622	1.000	0.070	0.920	0.057
L.O.Tank No19 (S)	1.34	1.000	1.000	1.800	0.744	1.000	0.070	0.920	0.074
L.O.Tank No20 (C)	16.10	14.000	1.400	1.200	0.685	10.000	0.100	0.920	17.157
L.O.Tank No28 (C)	1.18	1.365	1.400	1.200	0.515	0.975	0.067	0.920	0.071

**FRESH WATER TANKS**

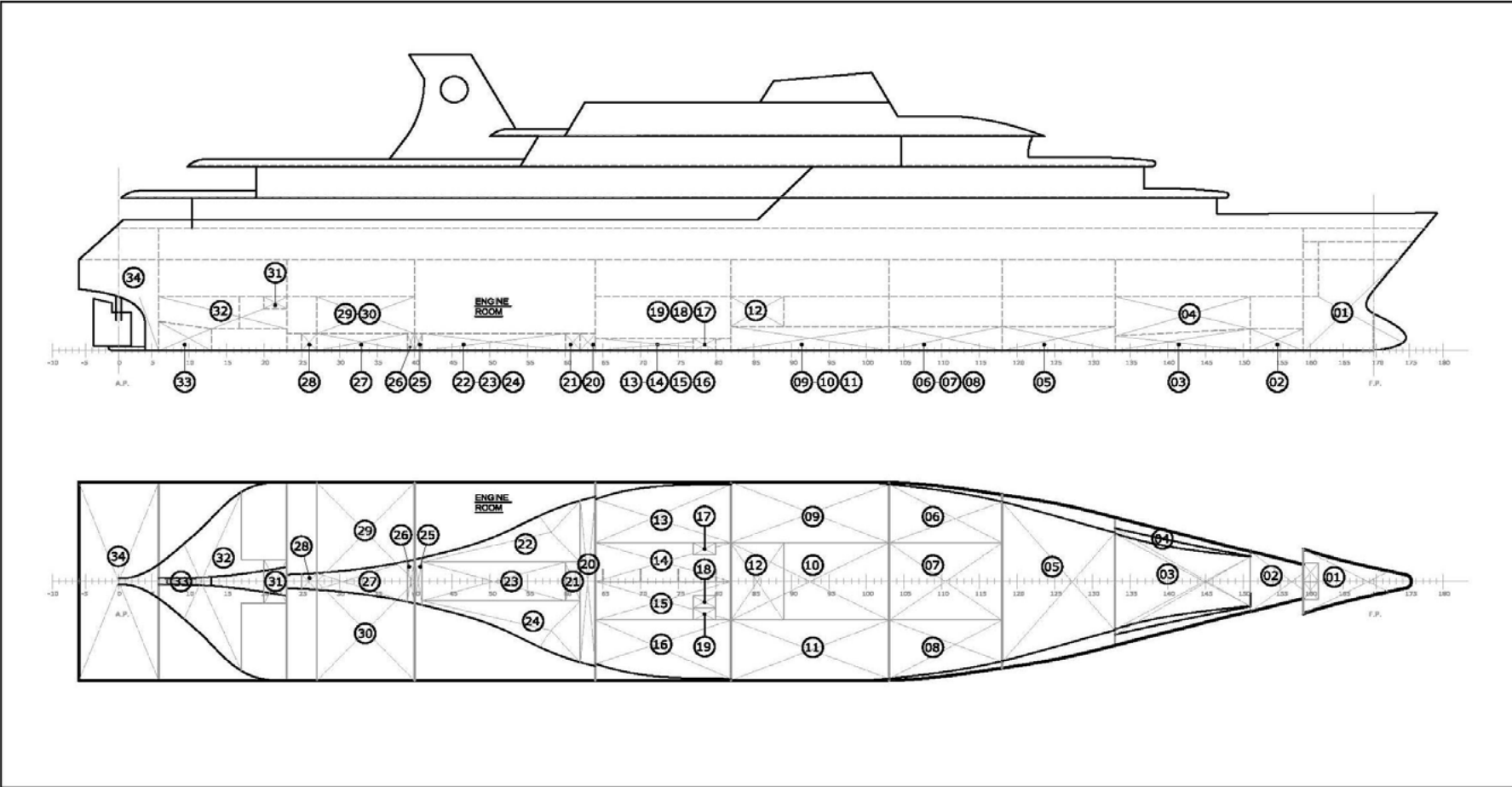
Space	V(m <sup>3</sup> )	B(m)	H(m)	L(m)	δ	B/H	K	γ(ton/m <sup>3</sup> )	Mfs (ton*m)
F.W.Tank No04 (C)	198.80	10.550	2.660	10.800	0.656	3.966	0.110	1.000	186.849
F.W.Tank No06 (P)	56.86	4.950	2.000	9.000	0.638	2.475	0.110	1.000	24.733
F.W.Tank No07 (C)	107.28	6.400	2.000	9.000	0.931	3.200	0.110	1.000	72.883
F.W.Tank No08 (S)	56.86	4.950	2.000	9.000	0.638	2.475	0.110	1.000	24.733
F.W.Tank No29 (P)	83.55	8.200	3.060	7.800	0.427	2.680	0.110	1.000	49.239
F.W.Tank No30 (S)	83.55	8.200	3.060	7.800	0.427	2.680	0.110	1.000	49.239
F.W.Tank No31 (C)	6.16	3.600	1.400	1.800	0.679	2.571	0.110	1.000	2.010
F.W.Tank No32 (C)	38.31	14.810	2.660	10.200	0.095	5.568	0.100	1.000	17.519

**WATER BALLAST TANKS**

Space	V(m <sup>3</sup> )	B(m)	H(m)	L(m)	δ	B/H	K	γ(ton/m <sup>3</sup> )	Mfs (ton*m)
W.B.Tank No01 (C)	70.28	5.330	7.500	8.300	0.212	0.711	0.040	1.025	7.068
W.B.Tank No02 (C)	34.00	4.965	1.800	4.200	0.906	2.758	0.110	1.025	18.115
W.B.Tank No03 (C)	71.79	7.880	1.800	10.800	0.469	4.378	0.110	1.025	43.664
W.B.Tank No05 (C)	146.69	14.350	2.000	9.000	0.568	7.175	0.106	1.025	172.354
W.B.Tank No33 (C)	3.07	0.730	2.400	4.200	0.417	0.304	0.020	1.025	0.030
W.B.Tank No34 (C)	90.49	16.400	7.500	6.360	0.116	2.187	0.110	1.025	56.909

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ :  $Mfs = V*B*\gamma*K*(\delta)^{1/2}$

**CONDITION No 1 LIGHT SHIP**





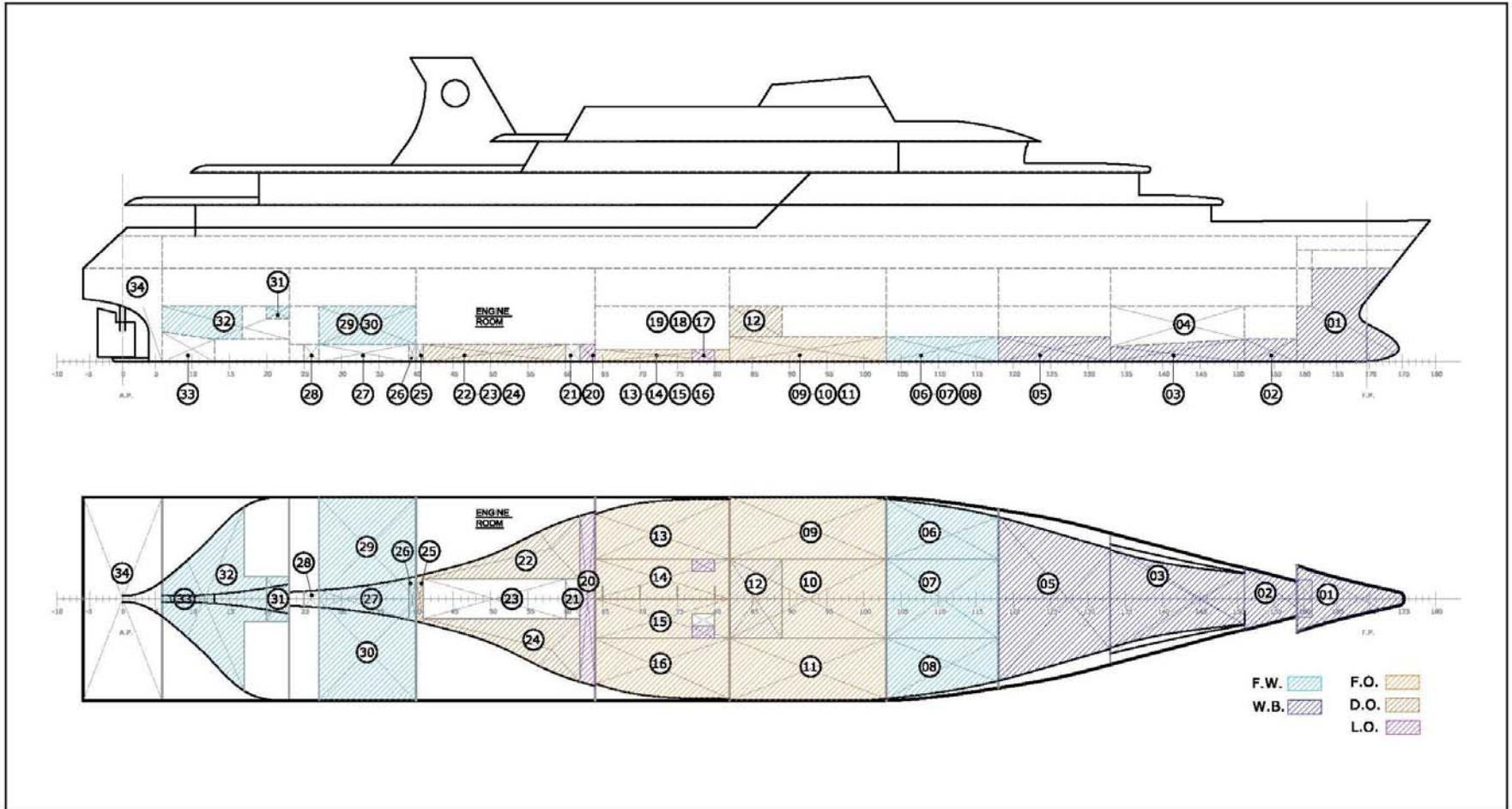
**LIGHTSHIP CONDITION**

<b>Weight Groups</b>	<b>Weight (ton)</b>	<b>LCG (m)</b>	<b>L.Moment (ton*m)</b>	<b>KG (m)</b>	<b>V. Moment (ton*m)</b>	<b>F.S.M. (ton*m)</b>
Steel (Wst)	1880.15	50.580	95097.987	7.230	13593.485	-
Outfit (Wout)	862.9	53.700	46337.730	12.200	10527.380	-
Machinery (Wm)	671.74	31.750	21327.745	4.000	2686.960	-
<b>Lightship</b>	<b>3414.79</b>	<b>47.664</b>	<b>162763.462</b>	<b>7.851</b>	<b>26807.825</b>	-
<b>Displacement</b>	<b>3414.79</b>	<b>47.66</b>	<b>162763.462</b>	<b>7.85</b>	<b>26807.825</b>	-

**TRIM & STABILITY DATA**

$\Delta =$	3414.79	ton	LCB =	53.44	m from A.P.
V =	3306.81	m <sup>3</sup>	LCG =	47.66	m from A.P.
MCT =	56.04	ton*m/cm	h =	5.776	m
LCF =	47.86	m from A.P	t =	3,519	m (έμπρυμνη)
L <sub>A</sub> =	47.86	m	$\Delta T_A =$	1.684	m
L <sub>F</sub> =	52.14	m	$\Delta T_F =$	1.835	m
L <sub>A</sub> /L =	0.479				
L <sub>F</sub> /L =	0.521				
KB =	2.107	m	GMcorr. =	0.506	m
BM =	6.249	m	T <sub>M</sub> =	3.812	m
KM =	8.356	m	T <sub>A</sub> =	5.497	m
KG =	7.851	m	T <sub>F</sub> =	1.977	m
KGcorr. =	7.851	m			
GM =	0.506	m			
M.F.S./ $\Delta$ =	0.000				

**CONDITION No 2 – DEPARTURE WITH NO PASSENGERS**



**TANKS – DEPARTURE WITH NO PASSENGERS****Fuel Oil Tanks** $\gamma=0.950(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
F.O.Tank No9 (P)	98%	94.51	55.10	5207.28	1.42	134.20	46.185
F.O.Tank No10 (C)	98%	142.70	55.10	7862.59	0.98	139.84	96.951
F.O.Tank No11 (S)	98%	94.51	55.10	5207.28	1.42	134.20	46.185
F.O.Tank No13 (P)	98%	26.46	43.44	1149.48	0.61	16.14	10.271
F.O.Tank No16 (S)	98%	26.46	43.44	1149.31	0.61	16.14	10.271
F.O.Tank No14 (P) (Daily)	98%	28.66	43.35	1242.58	0.49	14.05	9.426
F.O.Tank No15 (S)(Settl.)	98%	27.08	43.30	1172.35	0.49	13.27	8.655
<b>Total F.O.</b>		<b>440.37</b>	<b>52.21</b>	22990.87	<b>1.06</b>	467.83	<b>227.95</b>

**Diesel Oil Tanks** $\gamma=0.880(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
D.O.Tank No12 (C)	98%	56.66	50.88	2883.02	3.23	183.022	39.364
D.O.Tank No22 (P)	98%	16.49	31.50	519.56	0.93	15.340	4.216
D.O.Tank No24 (S)	98%	16.49	31.50	519.56	0.93	15.340	4.216
D.O.Tank No25 (C)	98%	2.73	23.91	65.21	0.70	1.910	1.097
D.O.Tank No26 (C)	98%	2.73	23.31	63.58	0.70	1.910	1.097
<b>Total D.O.</b>		<b>95.11</b>	<b>42.59</b>	4050.94	<b>2.29</b>	217.52	<b>49.99</b>

**Lub Oil Tanks** $\gamma=0.920(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
L.O.Tank No17 (P)	98%	1.34	46.68	62.64	0.50	0.67	0.074
L.O.Tank No19 (S)	98%	1.34	46.68	62.64	0.50	0.67	0.074
L.O.Tank No20 (C)	98%	16.10	37.40	601.96	0.80	12.88	17.157
<b>Total L.O.</b>		<b>18.78</b>	<b>38.73</b>	727.251	<b>0.76</b>	14.218	<b>17.305</b>

**Fresh Water Tanks** $\gamma=1.000(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
F.W.Tank No06 (P)	100%	56.86	65.80	3741.39	1.17	66.53	-
F.W.Tank No07 (C)	100%	107.28	65.90	7069.75	0.98	105.13	-
F.W.Tank No08 (S)	100%	56.86	65.80	3741.39	1.17	66.53	-
F.W.Tank No29 (P)	100%	83.55	19.70	1645.94	3.48	290.75	-
F.W.Tank No30 (S)	100%	83.55	19.70	1645.94	3.48	290.75	-
F.W.Tank No31 (C)	100%	6.16	12.50	77.00	3.96	24.39	-
F.W.Tank No32 (C)	100%	38.31	8.50	325.64	3.06	117.23	-
<b>Total F.W.</b>		<b>432.57</b>	<b>42.18</b>	18247.03	<b>2.22</b>	961.32	-

**Water Ballast Tanks** $\gamma=1.025(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
W.B.Tank No01 (C)	100%	72.04	97.85	7048.82	2.58	185.86	
W.B.Tank No02 (C)	100%	34.85	92.25	3214.91	0.86	29.97	
W.B.Tank No03 (C)	100%	73.58	84.65	6228.55	0.86	63.28	
W.B.Tank No05 (C)	100%	150.36	74.75	11239.41	1.12	168.40	-
<b>Total W.B.</b>		<b>330.83</b>	<b>83.83</b>	27731.69	<b>1.35</b>	447.51	-

**Crew/Stores**

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
Crew	100%	4.50	60.00	270.00	8.10	36.45	-
Stores	100%	80.65	63.50	5121.28	4.12	332.28	-
		<b>85.15</b>	<b>63.32</b>	5391.28	<b>4.33</b>	368.73	

**Provisions**

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
Provisions	100%	46.000	56.130	2581.980	8.710	400.660	-
		<b>46.000</b>	<b>56.130</b>	2581.980	<b>8.710</b>	400.660	-

**DEPARTURE CONDITION WITH NO PASSENGERS**

<b>Weight Groups</b>	<b>Weight (ton)</b>	<b>LCG (m)</b>	<b>L.Moment (ton*m)</b>	<b>KG (m)</b>	<b>V.moment (ton*m)</b>	<b>F.S.M. (ton*m)</b>
Water Ballast	330.83	83.83	27731.69	1.35	447.51	0.00
Fuel Oil	440.37	52.21	22990.87	1.06	467.83	227.95
Diesel Oil	95.11	42.59	4050.94	2.29	217.52	49.99
Lub Oil	18.78	38.73	727.25	0.76	14.22	17.31
Fresh Water	432.57	42.18	18247.03	2.22	961.32	-
Provisions	46.00	56.13	2581.98	8.71	400.66	-
Crew/Stores	85.15	63.32	5391.28	4.33	368.73	-
<b>Deadweight</b>	<i>1448.80</i>	<i>56.34</i>	<i>81628.25</i>	<i>1.99</i>	<i>2877.78</i>	<i>295.24</i>
<b>Lightship</b>	<i>3414.79</i>	<i>47.66</i>	<i>162748.89</i>	<i>7.85</i>	<i>26807.82</i>	
<b>Displacement</b>	<b>4863.59</b>	<b>50.27</b>	244469.93	<b>6.10</b>	29685.61	295.24

<b>TRIM &amp; STABILITY DATA</b>			
$\Delta =$	4863.59	ton	LCB= 50.61 m from A.P.
$V =$	4713.58	m <sup>3</sup>	LCG= 50.27 m from A.P.
MCT=	90.24	ton*m/cm	h= 0.344 m
LCF=	40.57	m from A.P	t= 0.186 m (έμπρυμνη)
$L_A =$	40.57	m	$\Delta T_A =$ 0.075 m
$L_F =$	59.43	m	$\Delta T_F =$ 0.110 m
$L_A/L =$	0.406		
$L_F/L =$	0.594		
KB=	2.794	m	GMcorr.= 2.59 m
BM=	5.961	m	$T_M =$ 4.95 m
KM=	8.755	m	$T_A =$ 5.030 m > D+0.6=3.85m
KG=	6.10	m	$T_F =$ 4.844 m > 2.7%LBP=2.70m
KGcorr.=	6.164	m	
GM=	2.651	m	
M.F.S./ $\Delta =$	0.061		

- Τα LCG υπολογίζονται ως προς το After Peak.
- Τα KG υπολογίζονται ως προς την Base Line.

STATICAL STABILITY CURVE DATA									
φ (deg)	5	10	12	15	30	40	45	60	75
sinφ	0.087	0.174	0.208	0.259	0.500	0.643	0.707	0.866	0.966
KZ	0.742	1.456	1.736	2.152	3.827	4.447	4.653	4.912	4.753
KG <sub>corr</sub> *sinφ	0.537	1.070	1.282	1.595	3.082	3.962	4.359	5.338	5.954
GZ	0.205	0.386	0.454	0.557	0.745	0.485	0.294	-0.426	-1.201

STABILITY CRITERIA-FULL LOAD CONDITION		
	Available	Required
Downflooding angle θ <sub>f</sub>	39.6°	-
Area to 30°	0.2121	0.055 m*rad
Area to 40° or θ <sub>f</sub> °	0.3206	0.09 m*rad
Area 30° to 40° or θ <sub>f</sub> °	0.1085	0.03 m*rad
Angle at maximum GZ	27°	25°
Maximum GZ	0.762	0.20 m
Initial GM	2.59	0.15 m

**Area to 30°** Spacing=30\*0.01745/6=0.08725 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0.000
1	4	0.205	0.819
2	2	0.386	0.771
3	1	0.557	0.557
4	2	0.690	1.379
5	4	0.756	3.024
6	1	0.745	0.745
			7.294

**$A=1/3 *Spacing * 7.294 m = 0.2121 m*rad > 0.055 m*rad$**

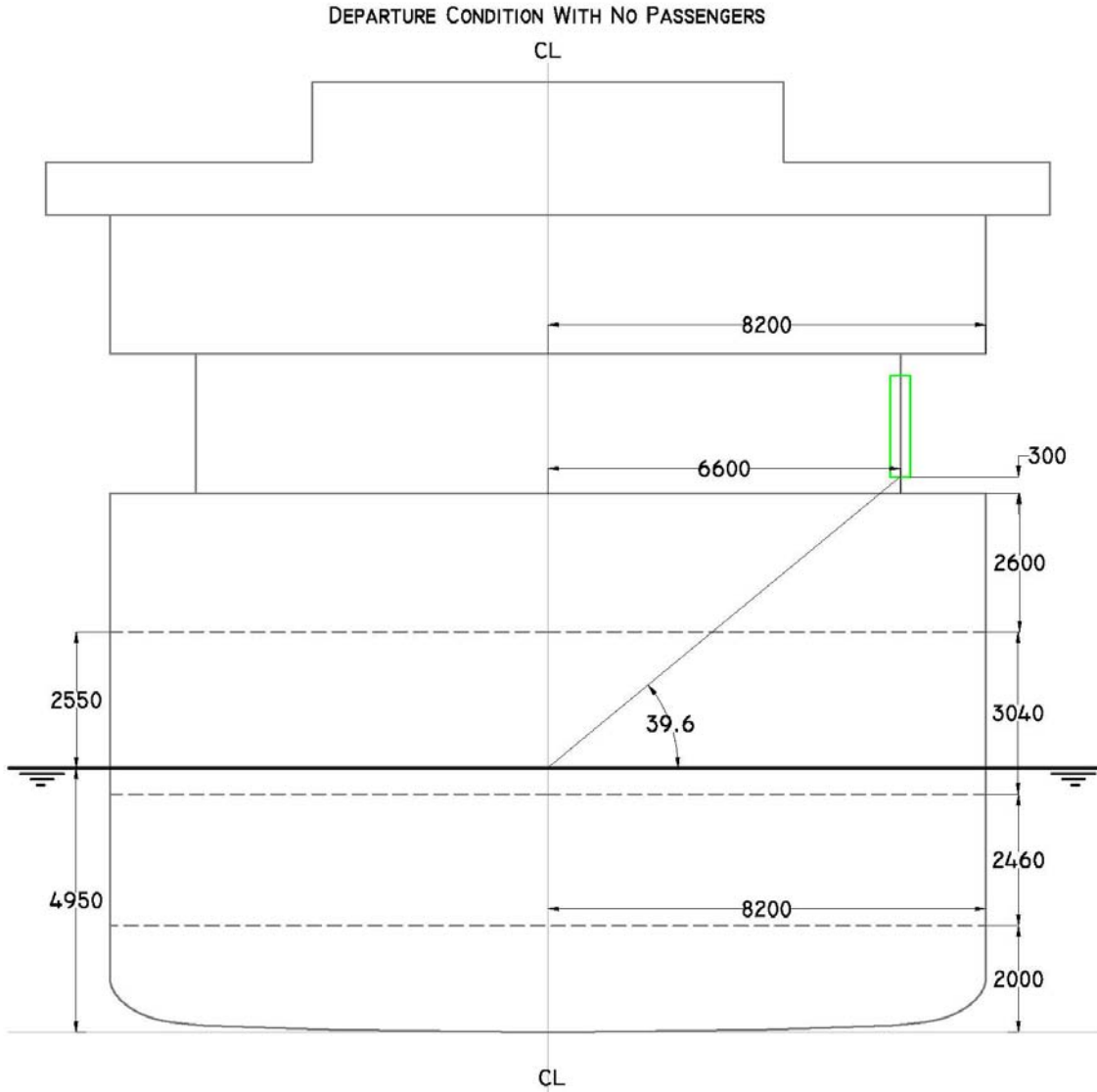
**Area to 39.6°** Spacing=39.6\*0.01745/8=0.086378 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0
1	4	0.203	0.813
2	2	0.383	0.765
3	1	0.552	0.552
4	2	0.685	1.371
5	4	0.755	3.019
6	2	0.748	1.496
7	4	0.655	2.620
8	1	0.499	0.499
			11.135

**$A'=1/3 *Spacing * 11.135 m=0.3206 m*rad > 0.09 m*rad$**

**$Area\ 30\ to\ \theta_f = A' - A = 0.3206 - 0.2121 = 0.1085 m*rad > 0.03 m*rad$**

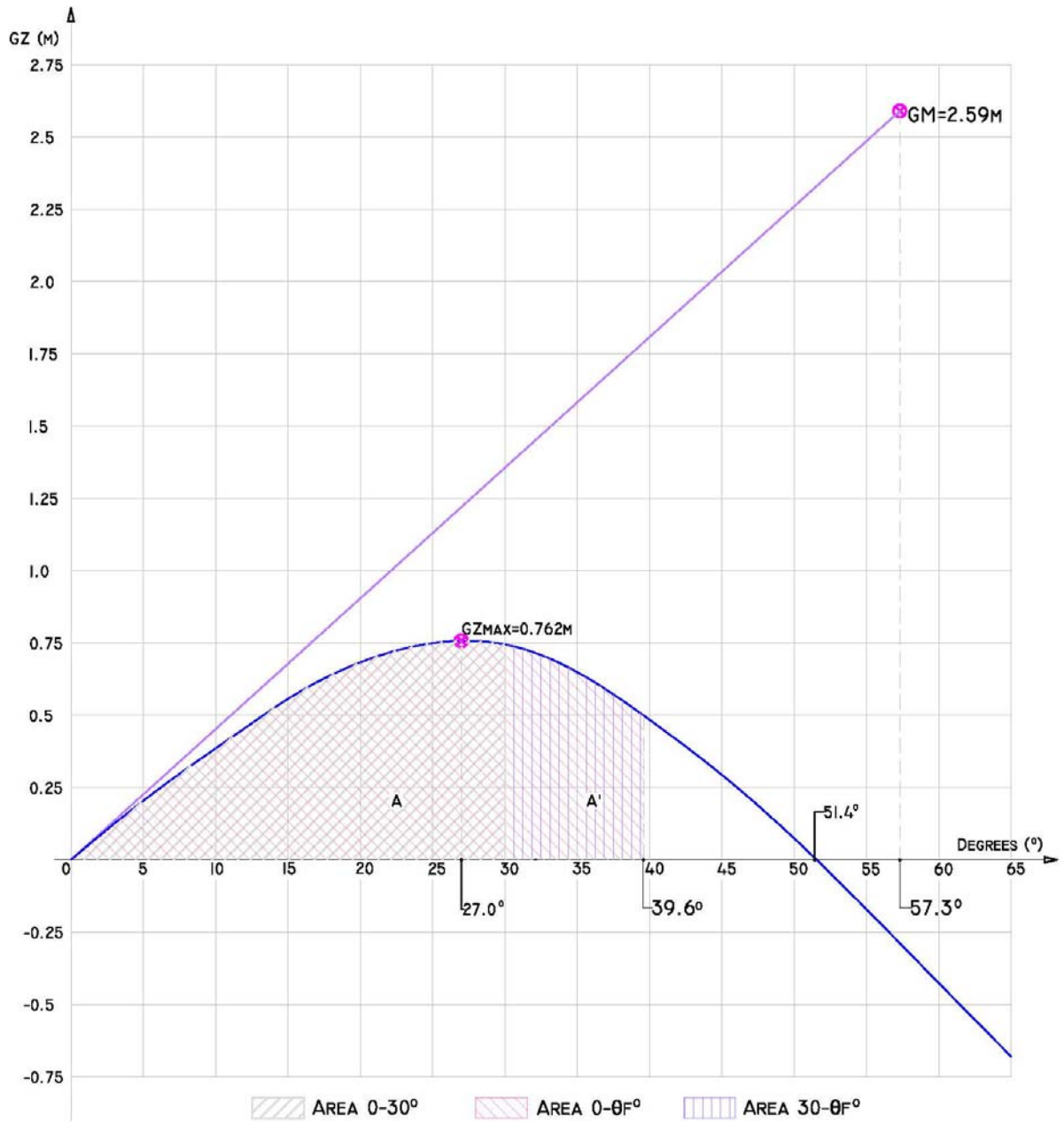
### Downflooding Angle



$$\tan\theta_f = \frac{Y.E. + H_{deckA} + 0.300}{B_{superstructure}/2} \rightarrow \tan\theta_f = \frac{2.550 + 2.600 + 0.300}{6.600} \rightarrow \tan\theta_f = 0.826$$

$$\theta_f = \tan^{-1} 0.826 \rightarrow \theta_f = 39.6^\circ$$

**DEPARTURE CONDITION WITH NO PASSENGERS**





**WEATHER CRITERIA  
DEPARTURE CONDITION WITH NO PASSENGERS**

Υπολογισμός επιφάνειας A και μοχλοβραχίονα :

A: προβεβλημένη πλευρική επιφάνεια τμήματος πλοίου και φορτίου πάνω από την ίσαλο

Z: καθ' ύψος απόσταση του κέντρου επιφάνειας A ( $Z_A$ ) από το κέντρο της βρεχόμενης επιφάνειας του πλοίου ( $Z_{under}=2.488\text{m}$ )

	Area (m <sup>2</sup> )	Z <sub>A</sub> (m)	Z=Z <sub>A</sub> -Z <sub>under</sub>	A*Z (m <sup>3</sup> )
Freeboard	273.800	6.340	3.852	1054.678
Superstructures	966.000	13.078	10.590	10229.940
TOTAL	1239.800		9.102	11284.618

$$L_{w1} = \frac{P \cdot A \cdot Z}{\Delta} = \frac{0.0514 \cdot 11284.618}{4863.59} = 0.119\text{m}$$

$$L_{w2} = 1.5 L_{w1} = 0.179\text{m}$$

$$\frac{B}{d} = \frac{16.4\text{m}}{4.95\text{m}} = 3.310 \rightarrow x_1 = 0.840$$

$$C = 0.373 + 0.023 \cdot \frac{B}{d} - 0.043 \cdot \frac{L}{100} = 0.406 \rightarrow x_2 = 0.75$$

$$T = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{GM}} = 8.276\text{sec} \rightarrow s = 0.091$$

$$r = 0.73 \pm 0.6 \cdot \frac{OG}{d}, \text{ όπου } OG \text{ η καθ' ύψος απόσταση του } KG \text{ από την ίσαλο.}$$

$$\text{Για την Departure έχουμε } OG=1.210 \text{ m, οπότε } r = 0.73 + 0.6 \cdot \frac{OG}{d} = 0.847$$

$$\theta_1 = 109 \cdot k \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \sqrt{s \cdot r} = 22.78\text{deg}$$

$$\theta_0 = 2.76\text{deg}$$

$$\theta_2 = \theta_f = 39.6\text{deg}$$

Υπολογισμός επιφανειών A και B:

Επιφάνεια A (4.5° - 39.6°)

**Area A 4.3°-39.6°** Spacing=35.3\*0.01745/6=0.102664 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.0000	0.0000
1	4	0.2136	0.8542
2	2	0.4116	0.8232
3	1	0.5450	0.5450
4	2	0.5815	1.1630
5	4	0.4994	1.9976
6	1	0.3199	0.3199
			5.7029

$$A=1/3 * \text{Spacing} * 5.7029 \text{ m} = 0.1952 \text{ m} * \text{rad}$$

Επιφάνεια B ((-16.33°) -4.70°)

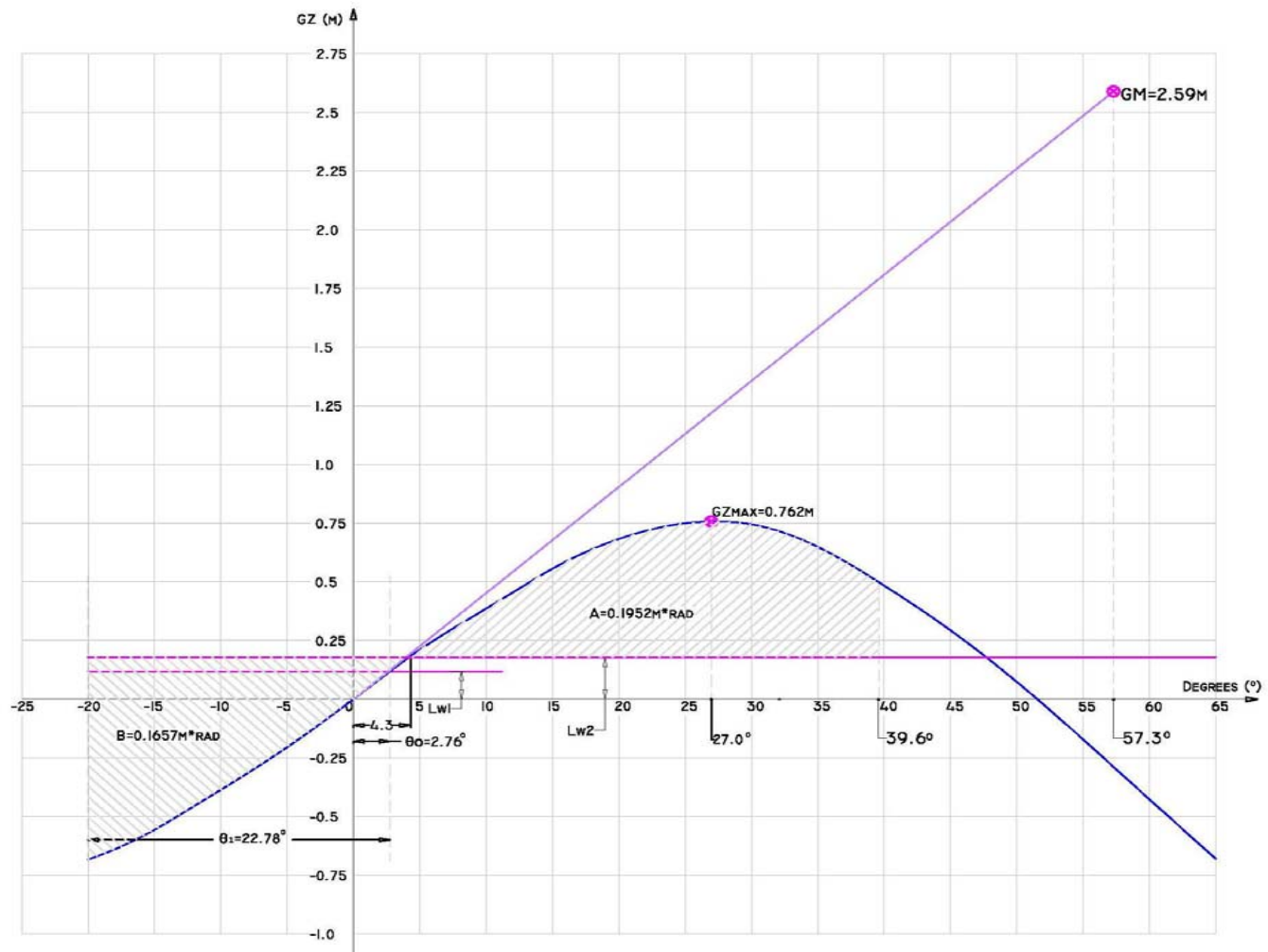
**Area B to (-20.02)°-4.30°** Spacing=24.32\*0.01745/6=0.070731 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.0000	0.0000
1	4	0.1674	0.6697
2	2	0.3385	0.6771
3	1	0.4892	0.4892
4	2	0.6297	1.2593
5	4	0.7660	3.0640
6	1	0.8689	0.8689
			7.0283

$$B=1/3 * \text{Spacing} * 7.0283 \text{ m} = 0.1657 \text{ m} * \text{rad}$$

Παρατηρούμε ότι  $A > B$ .

**DEPARTURE CONDITION WITH NO PASSENGERS**



**Γωνία Κλίσης Λόγω Κύκλου Στροφής**

Η ροπή λόγω του κύκλου στροφής υπολογίζεται από την σχέση  $M_R = 0.196 \frac{V_0 \cdot \Delta}{L} \cdot (KG - \frac{d}{2})$ ,

όπου :  $V_0$  η ταχύτητα υπηρεσίας σε m/sec  
 $\Delta$  το εκτόπισμα σε tons  
 $L$  το μήκος ισάλου σε m  
 $KG$  το κέντρο βάρους καθ' ύψος σε m  
 $d$  το μέσο βύθισμα σε m

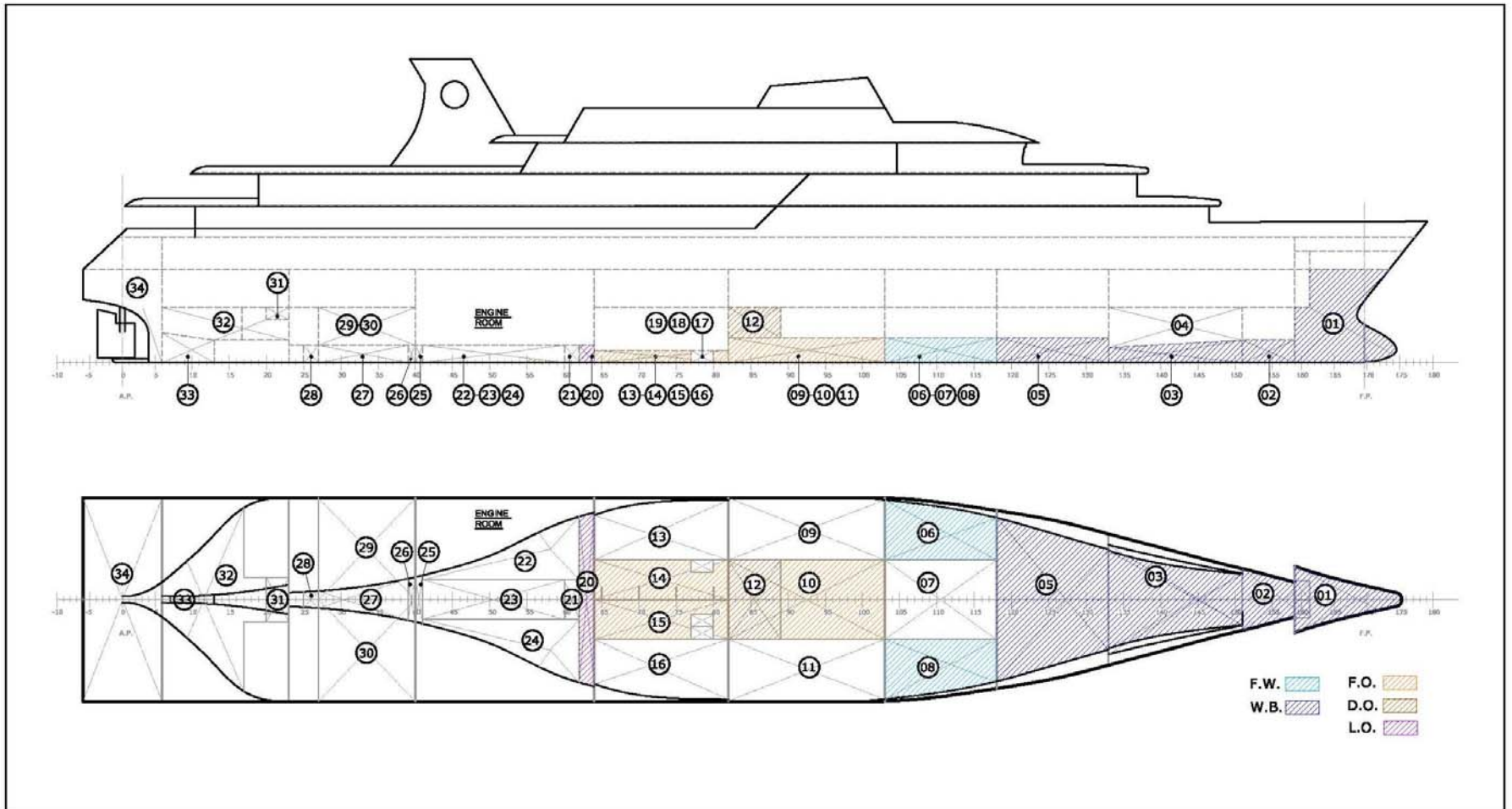
$$M_R = 0.196 \frac{V_0^2 \cdot \Delta}{L} \cdot (KG - \frac{d}{2}) \rightarrow M_R = 0.196 \frac{17^2 * 0.515^2 \cdot 4863.59}{100.015} \cdot (6.164 - \frac{4.95}{2}) \rightarrow$$

$M_R = 1109.73 \text{KNt} \cdot \text{m}$  Άρα η γωνία κλίσεως λόγω κύκλου στροφής θα είναι ίση με :

$$\theta = \arctan (M / \Delta \times GM) = \arctan (1109.73 / 4863.59 \times 2.59) = 5.03^\circ$$

$$\theta < 10^\circ$$

**CONDITION No 3 – ARRIVAL CONDITION WITH NO PASSENGERS**



**TANKS****Fuel Oil Tanks** $\gamma=0.950(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
F.O.Tank No10 (C)	66%	93.57	55.10	5155.43	0.70	65.50	96.95
F.O.Tank No14 (P) (Daily)	98%	28.66	43.35	1242.579	0.49	14.05	9.426
F.O.Tank No15 (S)(Settl.)	98%	27.08	43.30	1172.348	0.49	13.27	8.655
<b>Total F.O.</b>		<b>149.30</b>	<b>50.70</b>	<b>7570.36</b>	<b>0.62</b>	<b>92.81</b>	<b>115.03</b>

**Diesel Oil Tanks** $\gamma=0.880(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
D.O.Tank No12 (C)	25%	13.95	50.88	709.78	2.32	32.36	39.36
<b>Total D.O.</b>		<b>13.95</b>	<b>50.88</b>	<b>709.78</b>	<b>2.32</b>	<b>32.36</b>	<b>39.36</b>

**Lub Oil Tanks** $\gamma=0.920(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
L.O.Tank No20 (C)	29%	4.32	37.50	162.00	0.22	0.95	17.16
<b>Total L.O.</b>		<b>4.32</b>	<b>37.50</b>	<b>162.00</b>	<b>0.22</b>	<b>0.95</b>	<b>17.16</b>

**Fresh Water Tanks** $\gamma=1.000(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
F.W.Tank No06 (P)	100%	56.86	65.80	3741.39	1.17	66.53	-
F.W.Tank No08 (S)	100%	56.86	65.80	3741.39	1.17	66.53	-
<b>Total F.W.</b>		<b>158.19</b>	<b>65.80</b>	<b>7482.78</b>	<b>1.74</b>	<b>274.67</b>	<b>-</b>

**Water Ballast Tanks** $\gamma=1.025(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
W.B.Tank No01 (C)	1	72.04	97.85	7048.82	2.58	185.86	-
W.B.Tank No02 (C)	1	34.85	92.25	3214.913	0.86	29.97	-
W.B.Tank No03 (C)	1	73.58	84.65	6228.547	0.86	63.28	-
W.B.Tank No05 (C)	1	150.36	74.75	11239.41	1.12	168.40	-
<b>Total W.B.</b>		<b>330.83</b>	<b>83.83</b>	<b>27731.69</b>	<b>1.35</b>	<b>447.51</b>	<b>-</b>

**Crew/Stores**

<b>Designation of TANKS</b>	<b>Full at</b>	<b>Weight (ton)</b>	<b>LCG (m)</b>	<b>L.Moment (ton*m)</b>	<b>KG (m)</b>	<b>V.Moment (ton*m)</b>	<b>F.S.M. (ton* m)</b>
Crew	100%	4.5	60	270	8.10	36.45	-
Stores	100%	80.65	63.5	5121275	4.12	332.28	-
		<b>85.15</b>	<b>63.32</b>	<b>5391.27</b>	4.33	368.73	

**Provisions**

<b>Designation of TANKS</b>	<b>Full at</b>	<b>Weight (ton)</b>	<b>LCG (m)</b>	<b>L.Moment (ton*m)</b>	<b>KG (m)</b>	<b>V.Moment (ton*m)</b>	<b>F.S.M. (ton* m)</b>
Provisions	100%	11.50	56.13	645.50	8.71	100.17	-
		<b>11.50</b>	<b>56.13</b>	645.50	<b>8.71</b>	100.17	-

**ARRIVAL CONDITION WITH NO PASSENGERS**

<b>Weight Groups</b>	<b>Weight (ton)</b>	<b>LCG (m)</b>	<b>L.Moment (ton*m)</b>	<b>KG (m)</b>	<b>V.moment (ton*m)</b>	<b>F.S.M. (ton*m)</b>
Water Ballast	330.83	83.83	27731.69	1.35	447.51	-
Fuel Oil	149.30	50.70	7570.36	0.62	92.81	115.03
Diesel Oil	13.95	50.88	709.78	2.32	32.36	39.36
Lub Oil	4.32	37.50	162.00	0.22	0.95	17.16
Fresh Water	113.72	65.80	7482.78	1.17	133.05	-
Provisions	11.50	56.13	645.50	8.71	100.17	-
Crew/Stores	85.15	63.32	5391.28	4.33	368.73	-
<b>Deadweight</b>	<i>708.77</i>	<i>69.94</i>	49570.24	<i>1.66</i>	1175.58	<i>171.55</i>
<b>Lightship</b>	<i>3414.79</i>	<i>47.66</i>	162763.46	<i>7.85</i>	26807.82	-
<b>Displacement</b>	<b>4123.56</b>	<b>51.59</b>	212456.83	<b>6.79</b>	27983.40	171.55

<b>TRIM &amp; STABILITY DATA</b>	
$\Delta =$ 4123.56 ton	LCB= 51.82 m from A.P.
$V =$ 3995.22 m <sup>3</sup>	LCG= 51.59 m from A.P.
MCT= 71.25 ton*m/cm	h= 0.295 m
LCF= 44.73 m from A.P	t= 0.171 m (έμπρυμνη)
$L_A =$ 44.731 m	$\Delta T_A =$ 0.076 m
$L_F =$ 55.269 m	$\Delta T_F =$ 0.094 m
$L_A/L =$ 0.447	
$L_F/L =$ 0.553	
KB= 2.45 m	GMcorr.= 1.60 m
BM= 5.97 m	$T_M =$ 4.40 m
KM= 8.42 m	$T_A =$ 4.478 m > D+0.6=3.85m
KG= 6.79 m	$T_F =$ 4.307 m > 2.7%LBP=2.70m
KGcorr.= 6.83 m	
GM= 1.64 m	
M.F.S./ $\Delta =$ 0.042	

- Τα LCG υπολογίζονται ως προς το After Peak.
- Τα KG υπολογίζονται ως προς την Base Line.



STATICAL STABILITY CURVE DATA									
φ (deg)	5	10	12	15	30	40	45	60	75
sinφ	0.087	0.174	0.208	0.259	0.500	0.643	0.707	0.866	0.966
KZ	0.732	1.463	1.751	2.177	4.080	4.748	4.943	5.154	4.917
KG <sub>cor</sub> *sinφ	0.595	1.186	1.420	1.767	3.414	4.389	4.828	5.913	6.595
GZ	0.137	0.277	0.331	0.410	0.666	0.359	0.115	-0.759	-1.678

STABILITY CRITERIA-FULL LOAD ARRIVAL		
	Available	Required
Downflooding angle θf	42.3°	-
Area to 30°	0.1706	0.055 m*rad
Area to 40°	0.2654	0.09 m*rad
Area 30° to 40°	0.0947	0.03 m*rad
Angle at maximum GZ	28.4°	25°
Maximum GZ	0.673	0.20 m
Initial GM	1.60	0.15 m

**Area to 30°** Spacing=30\*0.01745/6=0.08725 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0.000
1	4	0.137	0.548
2	2	0.277	0.555
3	1	0.410	0.410
4	2	0.546	1.092
5	4	0.649	2.596
6	1	0.666	0.666
			5.866

**A=1/3 \*Spacing \* 5.866 m = 0.1706m\*rad > 0.055 m\*rad**

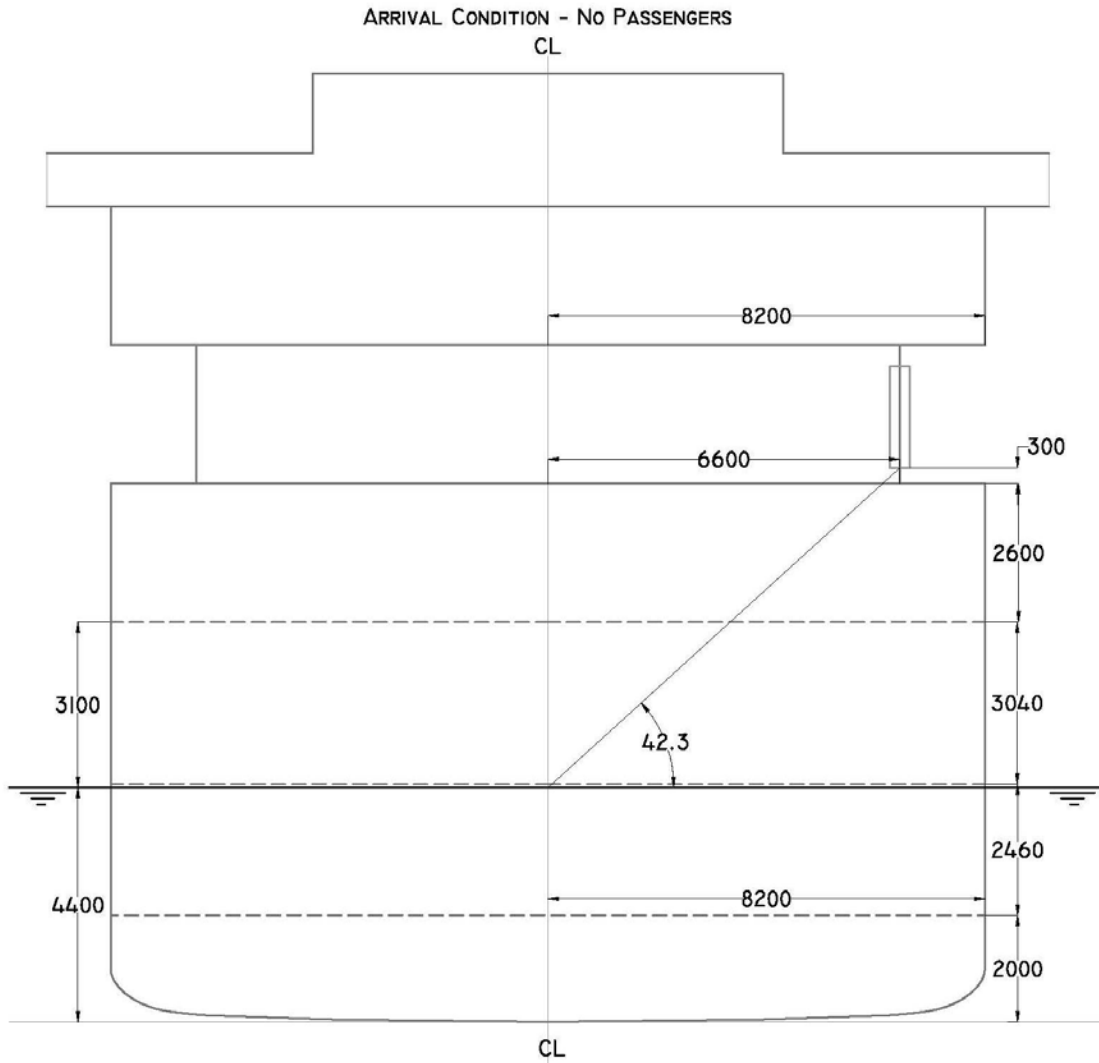
**Area to 40°** Spacing=40\*0.01745/8=0.08725 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0
1	4	0.137	0.548
2	2	0.277	0.555
3	1	0.410	0.410
4	2	0.546	1.092
5	4	0.649	2.596
6	2	0.666	1.332
7	4	0.558	2.232
8	1	0.359	0.359
			9.124

**A'=1/3 \*Spacing \* 9.124 m=0.2654m\*rad > 0.09 m\*rad**

**Area 30 to 40 =A' - A = 0.2654-0.1706 = 0.0947m\*rad > 0.03 m\*rad**

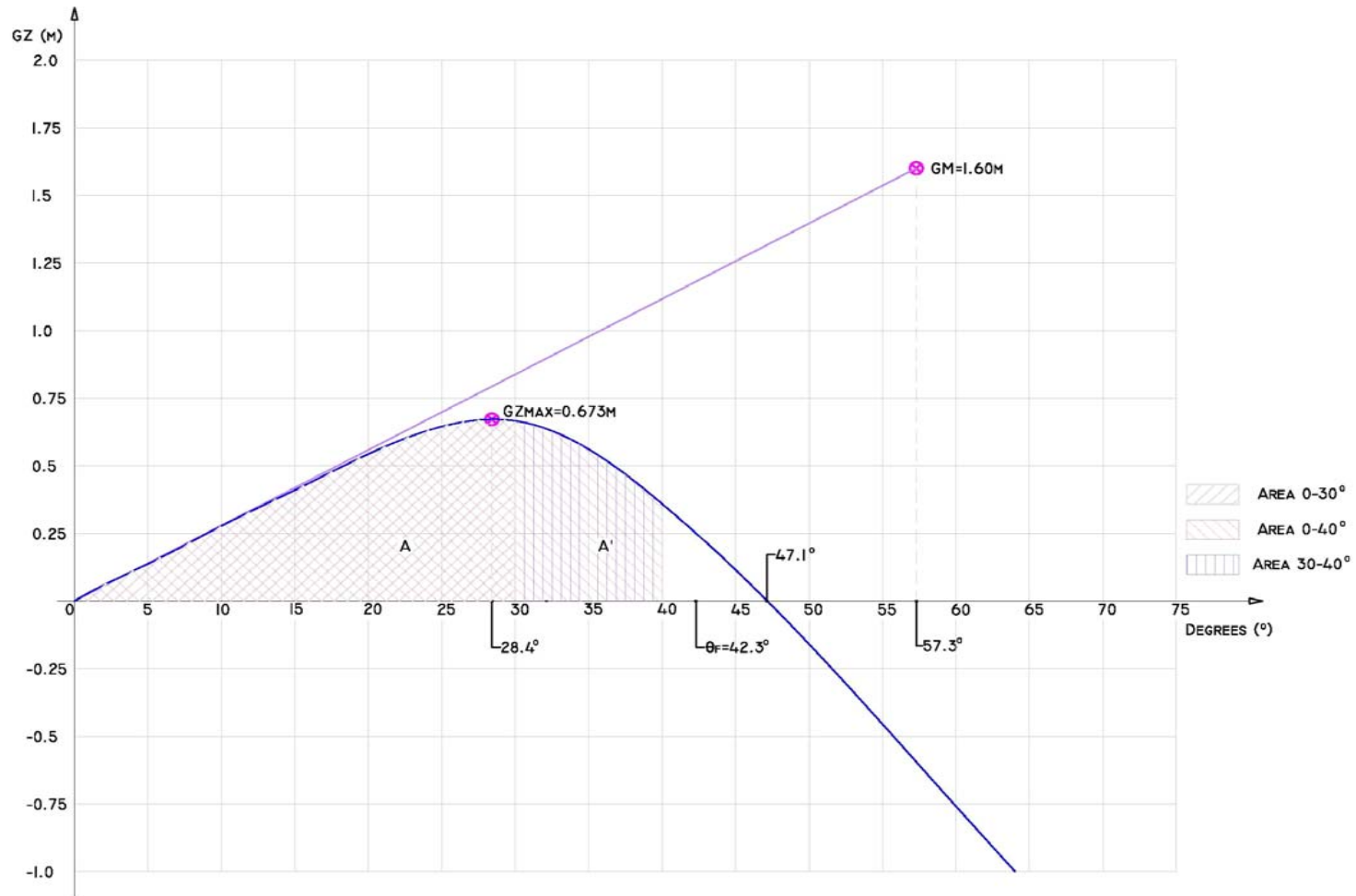
**Downflooding Angle**



$$\tan\theta_f = \frac{Y.E. + H_{deckA} + 0.300}{B_{superstructure}/2} \rightarrow \tan\theta_f = \frac{3.100 + 2.600 + 0.300}{6.600} \rightarrow \tan\theta_f = 0.909$$

$$\theta_f = \tan^{-1} 0.909 \rightarrow \theta_f = 42.3^\circ$$

**ARRIVAL CONDITION WITH NO PASSENGERS**



**WEATHER CRITERIA  
ARRIVAL CONDITION WITH NO PASSENGERS**

Υπολογισμός επιφάνειας A και μοχλοβραχίονα :

A: προβεβλημένη πλευρική επιφάνεια τμήματος πλοίου και φορτίου πάνω από την ίσαλο

Z: καθ' ύψος απόσταση του κέντρου επιφάνειας A ( $Z_A$ ) από το κέντρο της βρεχόμενης επιφάνειας του πλοίου ( $Z_{\text{under}}=2.208\text{m}$ )

	Area (m <sup>2</sup> )	Z <sub>A</sub> (m)	Z=Z <sub>A</sub> -Z <sub>under</sub>	A*Z (m <sup>3</sup> )
Freeboard	322.260	6.101	3.893	1254.56
Superstructures	966.000	13.078	10.870	10500.42
TOTAL	1288.260		9.125	11754.98

$$L_{w1} = \frac{P \cdot A \cdot Z}{\Delta} = \frac{0.0514 \cdot 11754.98}{4123.56} = 0.147\text{m}$$

$$L_{w2} = 1.5 L_{w1} = 0.220\text{m}$$

$$\frac{B}{d} = \frac{16.4\text{m}}{4.40\text{m}} = 3.727 \rightarrow x_1 = 0.800$$

$$C = 0.373 + 0.023 \cdot \frac{B}{d} - 0.043 \cdot \frac{L}{100} = 0.416 \rightarrow x_2 = 0.75$$

$$T = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{GM}} = 10.793\text{sec} \rightarrow s = 0.073$$

$$r = 0.73 \pm 0.6 \cdot \frac{OG}{d}, \text{ όπου } OG \text{ η καθ' ύψος απόσταση του } KG \text{ από την ίσαλο.}$$

$$\text{Για την Departure έχουμε } OG=2.43 \text{ m, οπότε } r = 0.73 + 0.6 \cdot \frac{OG}{d} = 1.061$$

$$\theta_1 = 109 \cdot k \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \sqrt{s \cdot r} = 18.40\text{deg}$$

$$\theta_0 = 5.40\text{deg}$$

$$\theta_2 = \theta_f = 42.3\text{deg}$$

Υπολογισμός επιφανειών A και B:

Επιφάνεια A (7.5° - 41.8°)

**Area A 8.0°-42.3°** Spacing=34.3\*0.01745/6=0.099756 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0.000
1	4	0.155	0.619
2	2	0.310	0.620
3	1	0.430	0.430
4	2	0.437	0.874
5	4	0.284	1.136
6	1	0.031	0.031
			3.711

$$A=1/3 * \text{Spacing} * 3.711 \text{ m} = 0.1234 \text{ m*rad}$$

Επιφάνεια B ((-13.04°) -8.0°)

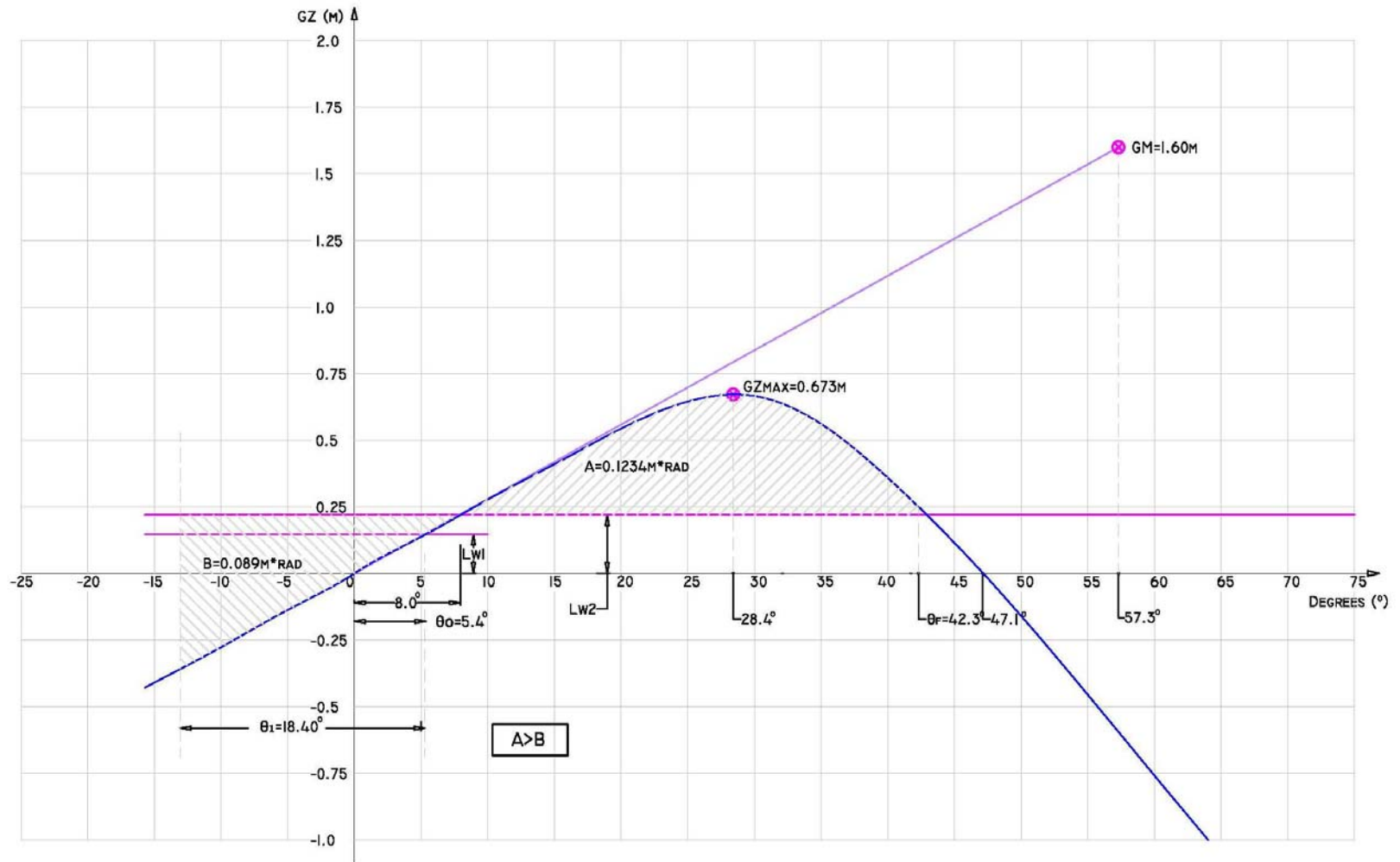
**Area B to (-13.33)°-7.5°** Spacing=20.83\*0.01745/6=0.060581 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0
1	4	0.098	0.393
2	2	0.194	0.389
3	1	0.290	0.290
4	2	0.387	0.774
5	4	0.485	1.940
6	1	0.578	0.578
			4.363

$$B=1/3 * \text{Spacing} * 4.363 \text{ m} = 0.0890 \text{ m*rad}$$

Παρατηρούμε ότι  $A > B$ .

**ARRIVAL CONDITION WITH NO PASSENGERS**



**Γωνία Κλίσης Λόγω Κύκλου Στροφής**

Η ροπή λόγω του κύκλου στροφής υπολογίζεται από την σχέση  $M_R = 0.196 \frac{V_o \cdot \Delta}{L} \cdot (KG - \frac{d}{2})$ ,

όπου :  $V_o$  η ταχύτητα υπηρεσίας σε knots  
 $\Delta$  το εκτόπισμα σε tons  
 $L$  το μήκος ισάλου σε m  
 $KG$  το κέντρο βάρους καθ' ύψος σε m  
 $d$  το μέσο βύθισμα σε m

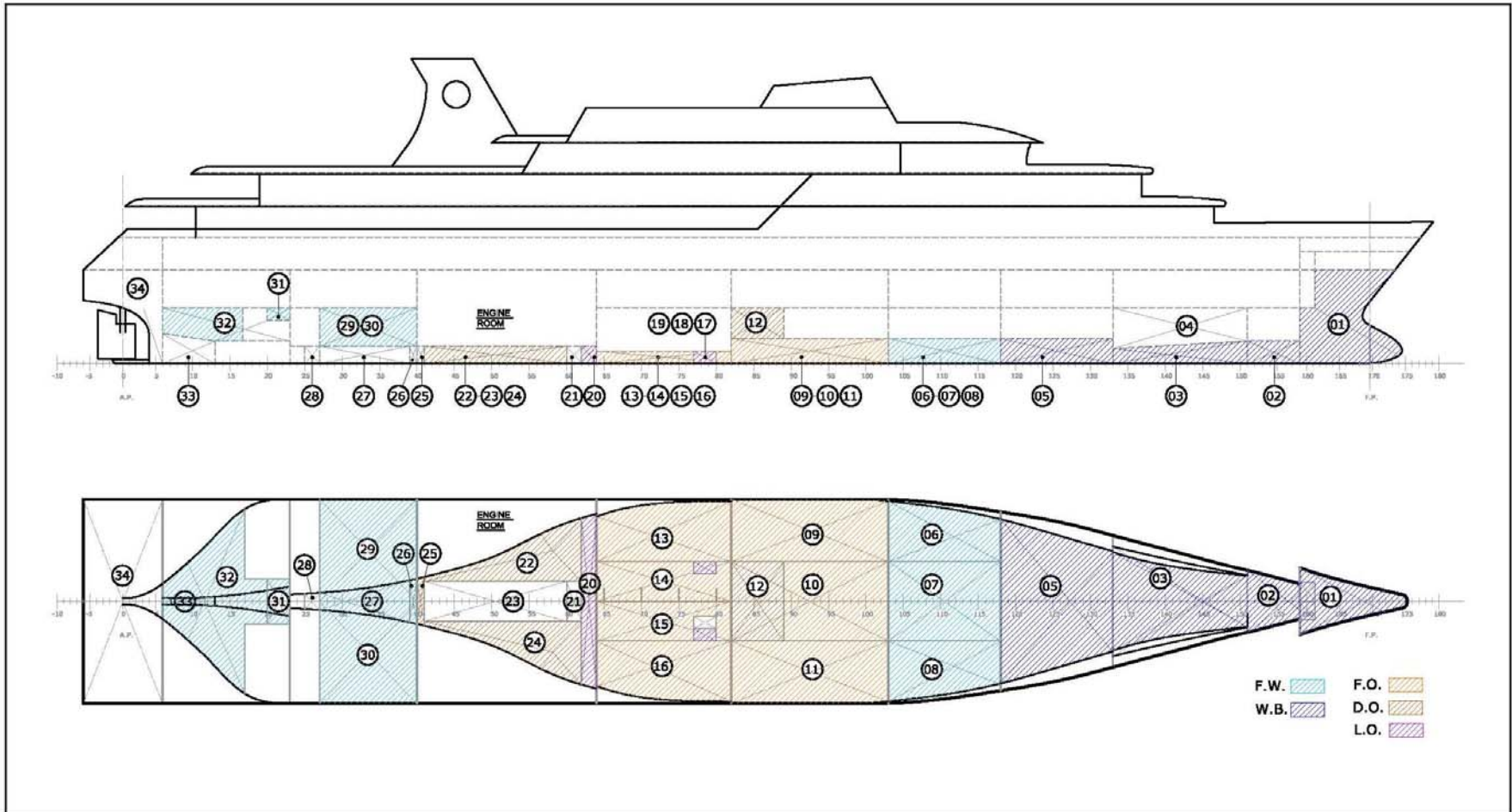
$$M_R = 0.196 \frac{V_o^2 \cdot \Delta}{L} \cdot (KG - \frac{d}{2}) \rightarrow M_R = 0.196 \frac{17^2 \cdot 0.515^2 \cdot 4123.63}{99.850} \cdot (6.83 - \frac{4.40}{2}) \rightarrow$$

$M_R = 1144 \text{KNt} \cdot \text{m}$ . Άρα η γωνία κλίσεως λόγω κύκλου στροφής θα είναι ίση με :

$$\theta = \arctan (M / \Delta \times GM) = \arctan (1154 / 4123.63 \times 1.60) = 9.8^\circ$$

$$\theta < 10^\circ$$

**CONDITION No 4 – DEPARTURE CONDITION WITH PASSENGERS**





**TANKS****Fuel Oil Tanks** $\gamma=0.950(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
F.O.Tank No9 (P)	98%	94.51	55.10	5207.28	1.42	134.20	46.185
F.O.Tank No10 (C)	98%	142.70	55.10	7862.59	0.98	139.84	96.951
F.O.Tank No11 (S)	98%	94.51	55.10	5207.28	1.42	134.20	46.185
F.O.Tank No13 (P)	98%	26.46	43.44	1149.48	0.61	16.14	10.271
F.O.Tank No16 (S)	98%	26.46	43.44	1149.31	0.61	16.14	10.271
F.O.Tank No14 (P) (Daily)	98%	28.66	43.35	1242.58	0.49	14.05	9.426
F.O.Tank No15 (S)(Settl.)	98%	27.08	43.30	1172.35	0.49	13.27	8.655
<b>Total F.O.</b>		<b>440.37</b>	<b>52.21</b>	22990.87	<b>1.06</b>	467.83	<b>227.95</b>

**Diesel Oil Tanks** $\gamma=0.880(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
D.O.Tank No12 (C)	98%	56.66	50.88	2883.02	3.23	183.022	39.364
D.O.Tank No22 (P)	98%	16.49	31.50	519.56	0.93	15.340	4.216
D.O.Tank No24 (S)	98%	16.49	31.50	519.56	0.93	15.340	4.216
D.O.Tank No25 (C)	98%	2.73	23.91	65.21	0.70	1.910	1.097
D.O.Tank No26 (C)	98%	2.73	23.31	63.58	0.70	1.910	1.097
<b>Total D.O.</b>		<b>95.11</b>	<b>42.59</b>	4050.94	<b>2.29</b>	217.52	<b>49.99</b>

**Lub Oil Tanks** $\gamma=0.920(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
L.O.Tank No17 (P)	98%	1.34	46.68	62.64	0.50	0.67	0.074
L.O.Tank No19 (S)	98%	1.34	46.68	62.64	0.50	0.67	0.074
L.O.Tank No20 (C)	98%	16.10	37.40	601.96	0.80	12.88	17.157
<b>Total L.O.</b>		<b>18.78</b>	<b>38.73</b>	727.251	<b>0.76</b>	14.218	<b>17.305</b>

**Fresh Water Tanks** $\gamma=1.000(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
F.W.Tank No06 (P)	100%	56.86	83.85	3741.39	1.17	66.53	-
F.W.Tank No07 (C)	100%	107.28	65.80	7069.75	0.98	105.13	-
F.W.Tank No08 (S)	100%	56.86	65.90	3741.39	1.17	66.53	-
F.W.Tank No29 (P)	100%	83.55	65.80	1645.94	3.48	290.75	-
F.W.Tank No30 (S)	100%	83.55	19.70	1645.94	3.48	290.75	-
F.W.Tank No31 (C)	100%	6.16	19.70	77.00	3.96	24.39	-
F.W.Tank No32 (C)	100%	38.31	12.50	325.64	3.06	117.23	-
<b>Total F.W.</b>		<b>432.57</b>	<b>42.18</b>	18247.03	<b>2.22</b>	961.317	-

**Water Ballast Tanks** $\gamma=1.025(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
W.B.Tank No01 (C)	100%	72.04	97.85	7048.82	2.58	185.86	
W.B.Tank No02 (C)	100%	34.85	92.25	3214.91	0.86	29.97	
W.B.Tank No03 (C)	100%	73.58	84.65	6228.55	0.86	63.28	
W.B.Tank No05 (C)	100%	150.36	74.75	11239.41	1.12	168.40	
<b>Total W.B.</b>		<b>330.83</b>	<b>83.83</b>	27731.69	<b>1.35</b>	447.51	-

**Crew/Stores**

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
Crew	100%	4.50	60.00	270.00	8.10	36.45	-
Stores	100%	80.65	63.50	5121.28	4.12	332.28	-
		<b>85.15</b>	<b>63.32</b>	5391.28	<b>4.33</b>	368.73	-

**Provisions**

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
Provisions	100%	46.000	56.130	2581.980	8.710	400.660	-
		<b>46.000</b>	<b>56.130</b>	2581.980	<b>8.710</b>	400.660	-

**CONDITION 4: DEPARTURE CONDITION WITH PASSERNGERS**

<b>Weight Groups</b>	<b>Weight (ton)</b>	<b>LCG (m)</b>	<b>L.Moment (ton*m)</b>	<b>KG (m)</b>	<b>V.moment (ton*m)</b>	<b>F.S.M. (ton*m)</b>
Water Ballast	330.83	83.83	27731.69	1.35	447.51	-
Fuel Oil	440.37	52.21	22990.87	1.06	467.83	227.95
Diesel Oil	95.11	42.59	4050.94	2.29	217.52	49.99
Lub Oil	18.78	38.73	727.25	0.76	14.22	17.305
Fresh Water	432.57	42.18	18247.03	2.22	961.32	-
Passengers	9.00	52.50	472.50	16.00	144.00	
Baggages	7.20	52.50	378.00	13.40	96.48	-
Provisions	46.00	56.13	2581.98	8.71	400.66	-
Crew/Stores	85.15	63.32	5391.28	4.33	368.73	-
Pool (Promenade dk)	25.80	9.43	243.29	13.00	335.40	154.83
Jacussi (Promenade dk)	3.80	3.30	12.54	13.00	49.40	1.86
2x Jacussi (Lower dk)	5.40	47.40	255.96	7.90	42.66	0.84
<b>Deadweight</b>	<i>1500.00</i>	<i>55.41</i>	<i>83111.72</i>	<i>2.36</i>	<i>3545.72</i>	<i>452.78</i>
<b>Lightship</b>	<i>3414.79</i>	<i>47.66</i>	<i>162763.46</i>	<i>7.85</i>	<i>26807.82</i>	<i>-</i>
<b>Displacement</b>	<b>4914.79</b>	<b>50.02</b>	245847.05	<b>6.18</b>	30353.55	452.78

<b>TRIM &amp; STABILITY DATA</b>	
$\Delta =$ 4914.79 ton	LCB= 50.35 m from A.P.
$V =$ 4763.28 m <sup>3</sup>	LCG= 50.02 m from A.P.
MCT= 91.55 ton*m/cm	h= 0.51 m
LCF= 40.28 m from A.P	t= 0.275 m (έμπρυμνη)
$L_A =$ 40.28 m	$\Delta T_A =$ 0.111 m
$L_F =$ 59.72 m	$\Delta T_F =$ 0.164 m
$L_A/L =$ 0.403	
$L_F/L =$ 0.597	
KB= 2.82 m	GMcorr.= 2.51 m
BM= 5.96 m	$T_M =$ 4.99 m
KM= 8.78 m	$T_A =$ 5.103 m > D+0.6=3.85m
KG= 6.18 m	$T_F =$ 4.828 m > 2.7%LBP=2.70m
KGcorr.= 6.27 m	
GM= 2.60 m	
M.F.S./ $\Delta =$ 0.092	

- Τα LCG υπολογίζονται ως προς το After Peak.
- Τα KG υπολογίζονται ως προς την Base Line.

STATICAL STABILITY CURVE DATA									
φ (deg)	5	10	12	15	30	40	45	60	75
sinφ	0.087	0.174	0.208	0.259	0.500	0.643	0.707	0.866	0.966
KZ	0.743	1.455	1.735	2.151	3.808	4.426	4.632	4.895	4.743
KG <sub>cor</sub> *sinφ	0.546	1.088	1.303	1.622	3.134	4.029	4.432	5.428	6.055
GZ	0.197	0.367	0.432	0.529	0.674	0.397	0.200	-0.533	-1.312

STABILITY CRITERIA-FULL LOAD CONDITION		
	Available	Required
Downflooding angle θf	39.4°	-
Area to 30°	0.1981	0.055 m*rad
Area to 40°	0.2921	0.09 m*rad
Area 30° to 40°	0.0939	0.03 m*rad
Angle at maximum GZ	26.2°	25°
Maximum GZ	0.700	0.20 m
Initial GM	2.51	0.15 m

**Area to 30°** Spacing=30\*0.01745/6=0.08725 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0.000
1	4	0.197	0.787
2	2	0.367	0.733
3	1	0.529	0.529
4	2	0.647	1.295
5	4	0.699	2.795
6	1	0.674	0.674
			6.812

$$A=1/3 *Spacing * 6.812 m = 0.1981 m*rad > 0.055 m*rad$$

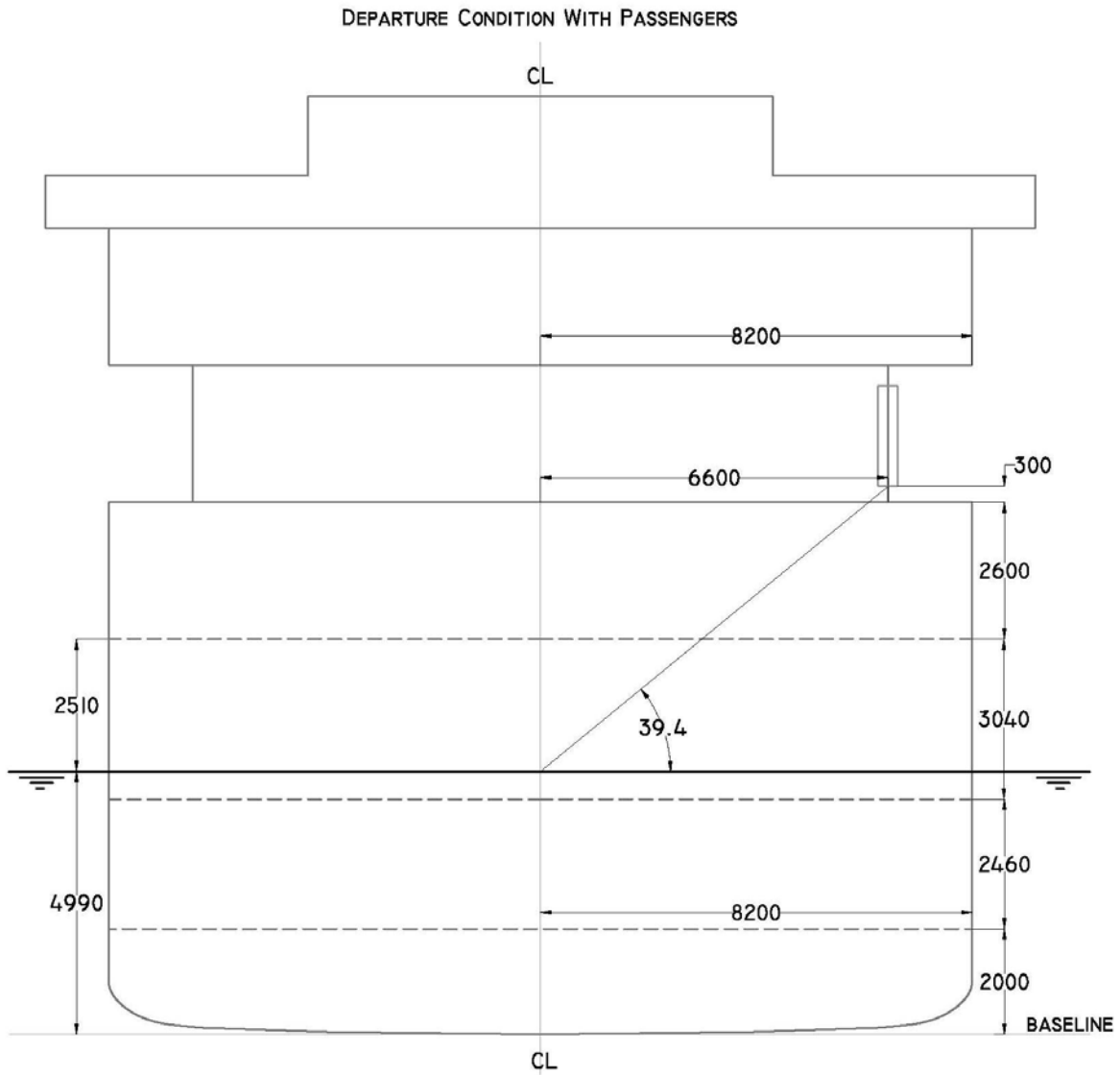
**Area to 39.4°** Spacing=40\*0.01745/8=0.08594 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0.000
1	4	0.194	0.777
2	2	0.362	0.724
3	1	0.522	0.522
4	2	0.642	1.284
5	4	0.697	2.789
6	2	0.680	1.359
7	4	0.580	2.320
8	1	0.419	0.419
			10.195

$$A'=1/3 *Spacing * 10.195 m=0.2921m*rad > 0.09 m*rad$$

$$Area\ 30\ to\ 40 = A' - A = 0.2921 - 0.1981 = 0.0939m*rad > 0.03 m*rad$$

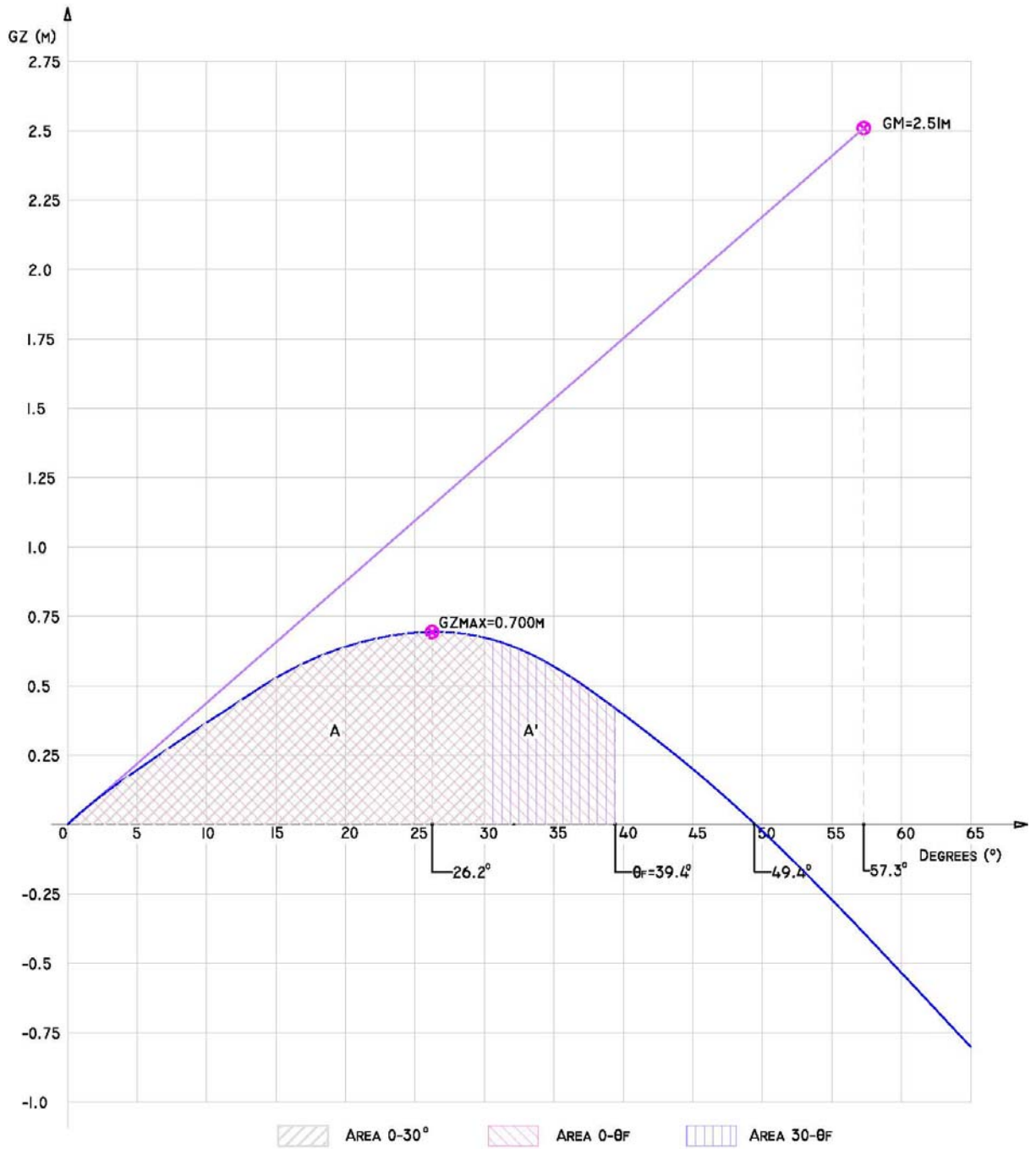
**Downflooding Angle**



$$\tan\theta_f = \frac{Y.E. + H_{deckA} + 0.300}{B_{superstructure}/2} \rightarrow \tan\theta_f = \frac{2.510 + 2.600 + 0.300}{6.600} \rightarrow \tan\theta_f = 0.820$$

$$\theta_f = \tan^{-1} 0.820 \rightarrow \theta_f = 39.4^\circ$$

**DEPARTURE CONDITION WITH PASSERNGERS**



**WEATHER CRITERIA  
DEPARTURE CONDITION WITH PASSENGERS**

Υπολογισμός επιφάνειας A και μοχλοβραχίονα :

A: προβεβλημένη πλευρική επιφάνεια τμήματος πλοίου και φορτίου πάνω από την ίσαλο

Z: καθ' ύψος απόσταση του κέντρου επιφάνειας A ( $Z_A$ ) από το κέντρο της βρεχόμενης επιφάνειας του πλοίου ( $Z_{\text{under}}=2.493\text{m}$ )

	Area (m <sup>2</sup> )	Z <sub>A</sub> (m)	Z=Z <sub>A</sub> -Z <sub>under</sub>	A*Z (m <sup>3</sup> )
Freeboard	273.780	6.340	3.847	1053.23
Superstructures	966.000	13.078	10.585	10225.11
TOTAL	1239.780		9.097	11278.34

$$L_{w1} = \frac{P \cdot A \cdot Z}{\Delta} = \frac{0.0514 \cdot 11278.34}{4914.79} = 0.118\text{m}$$

$$L_{w2} = 1.5 L_{w1} = 0.177\text{m}$$

$$\frac{B}{d} = \frac{16.4\text{m}}{4.99\text{m}} = 3.287 \rightarrow x_1 = 0.843$$

$$C = 0.373 + 0.023 \cdot \frac{B}{d} - 0.043 \cdot \frac{L}{100} = 0.406 \rightarrow x_2 = 0.75$$

$$T = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{GM}} = 8.395\text{sec} \rightarrow s = 0.090$$

$$r = 0.73 \pm 0.6 \cdot \frac{OG}{d}, \text{ όπου } OG \text{ η καθ' ύψος απόσταση του } KG \text{ από την ίσαλο.}$$

$$\text{Για την Departure έχουμε } OG=1.28 \text{ m, οπότε } r = 0.73 + 0.6 \cdot \frac{OG}{d} = 0.884$$

$$\theta_1 = 109 \cdot k \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \sqrt{s \cdot r} = 23.40\text{deg}$$

$$\theta_0 = 2.98\text{deg}$$

$$\theta_2 = \theta_f = 39.4\text{deg}$$

Υπολογισμός επιφανειών A και B:

Επιφάνεια A (4.5° - 39.4°)

**Area A 4.5°-39.4°** Spacing=34.9\*0.01745/6=0.1015 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0.000
1	4	0.199	0.797
2	2	0.384	0.767
3	1	0.498	0.498
4	2	0.515	1.030
5	4	0.427	1.709
6	1	0.243	0.243
			5.045

$$A=1/3 *Spacing * 5.045 \text{ m} = 0.1707 \text{ m*rad}$$

Επιφάνεια B ((-20.42°) -4.5°)

**Area B to (-20.42)°-4.5°** Spacing=24.92\*0.01745/6=0.07248 rad

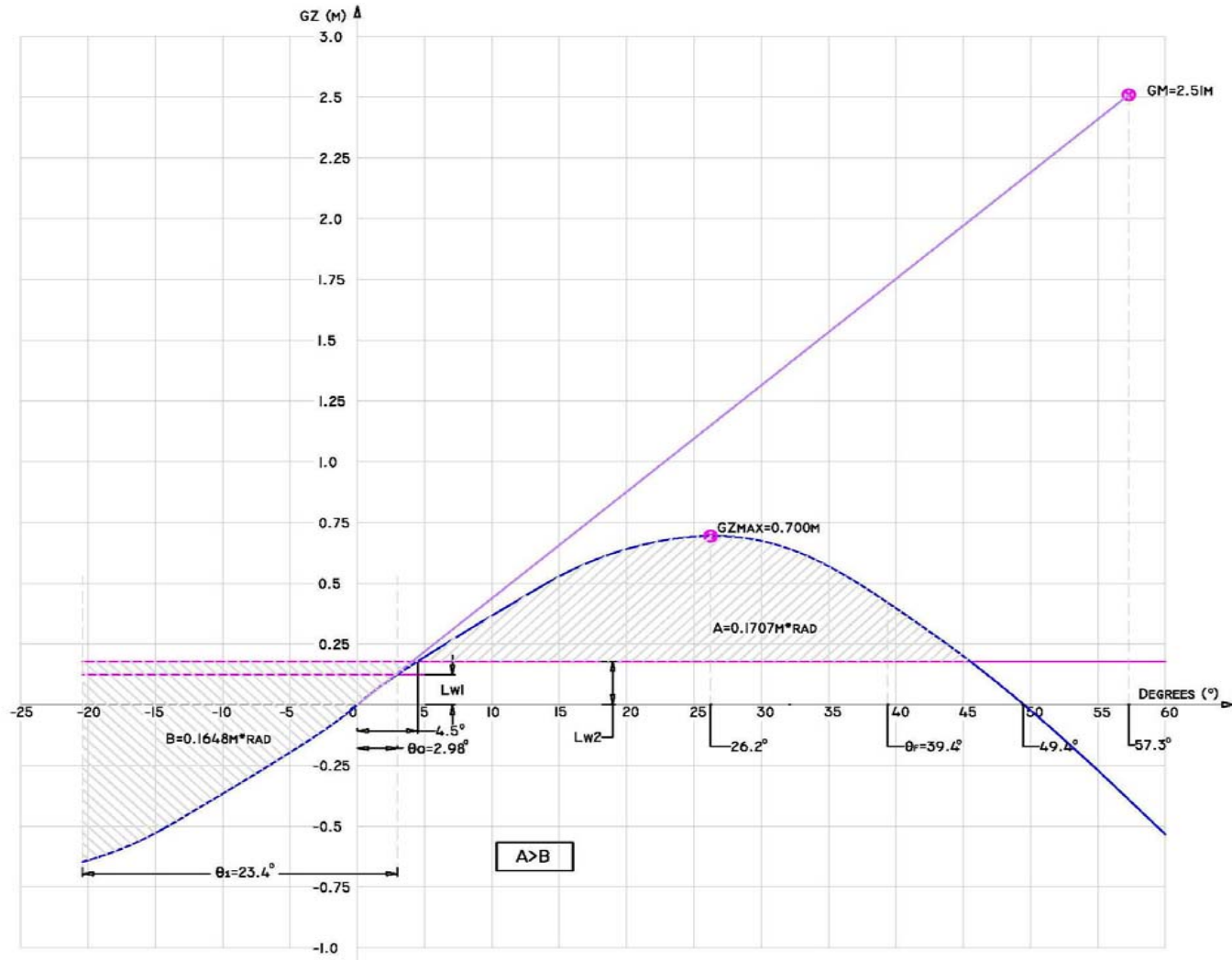
a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0
1	4	0.164	0.655
2	2	0.329	0.658
3	1	0.478	0.478
4	2	0.614	1.227
5	4	0.743	2.971
6	1	0.831	0.831
			6.820

$$B=1/3 *Spacing * 6.820 \text{ m} = 0.1648 \text{ m*rad}$$

Παρατηρούμε ότι  $A > B$ .



**DEPARTURE CONDITION WITH PASSERNGERS**



**Γωνία Κλίσης Λόγω Μετακίνησης Επιβατών**

Στο συγκεκριμένο πλοίο όλοι οι επιβάτες είναι δυνατό να κατανεμηθούν στο ανώτερο κατάστρωμα, του οποίου το μέγιστο πλάτος είναι 16.400 m. Σύμφωνα πάντα με το Β.Δ. 740/69 οι επιβάτες καταλαμβάνουν μια λωρίδα πλάτους 1.18 m στο άκρο μιας πλευράς του καταστρώματος με πυκνότητα 4 άτομα / m<sup>2</sup>. Το βάρος κάθε επιβάτη λαμβάνεται ίσο με 75 kg και το κέντρο βάρους του 0.9 m πάνω από το κατάστρωμα.

Το συνολικό βάρος των επιβατών θα είναι :

$$P = 120 \times 0.075 = 9.0 \text{ ton}$$

Ο μοχλοβραχίονας της ροπής εγκάρσιας κλίσης θα ισούται με :

$$\delta = (16.4 / 2) - (1.18 / 2) = 7.61 \text{ m}$$

Συνεπώς η ροπή θα προκύψει ίση με :

$$M = P \times \delta = 8.4 \times 7.61 = 68.49 \text{ ton} \times \text{m}$$

Άρα η γωνία κλίσεως λόγω μετακίνησης των επιβατών στην πλευρά του ανωτερου καταστρώματος θα είναι ίση με :

$$\theta_p = \arctan (M / \Delta \times GM) = \arctan (68.49 / 4919.75 \times 2.51) = 0.32^\circ$$

$$\theta_p < 10^\circ$$

**Γωνία Κλίσης Λόγω Κύκλου Στροφής**

Η ροπή λόγω του κύκλου στροφής υπολογίζεται από την σχέση  $M_R = 0.196 \frac{V_0 \cdot \Delta}{L} \cdot (KG - \frac{d}{2})$ ,

όπου :  $V_0$  η ταχύτητα υπηρεσίας σε m/sec  
 $\Delta$  το εκτόπισμα σε tons  
 $L$  το μήκος ισάλου σε m  
 $KG$  το κέντρο βάρους καθ' ύψος σε m  
 $d$  το μέσο βύθισμα σε m

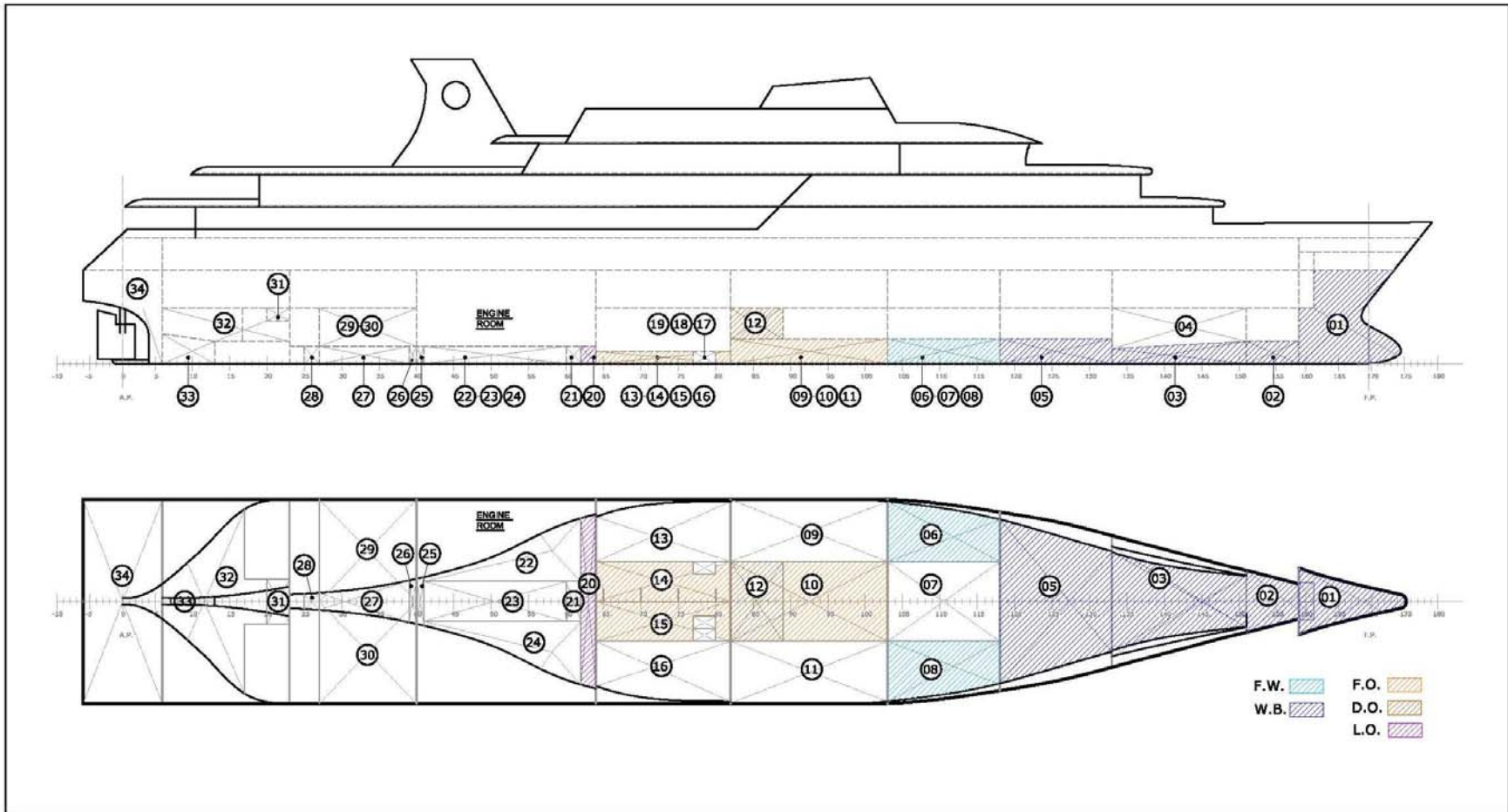
$$M_R = 0.196 \frac{V_0^2 \cdot \Delta}{L} \cdot (KG - \frac{d}{2}) \rightarrow M_R = 0.196 \frac{17^2 * 0.515^2 \cdot 4919.75}{102.565} \cdot (6.27 - \frac{4.99}{2}) \rightarrow$$

$M_R = 1192.85 \text{KNt} \cdot \text{m}$ . Άρα η γωνία κλίσεως λόγω κύκλου στροφής θα είναι ίση με :

$$\theta = \arctan (M / \Delta \times GM) = \arctan (1192.85 / 4919.75 \times 2.51) = 5.48^\circ$$

$$\theta < 10^\circ$$

**CONDITION No 5 ARRIVAL CONDITION WITH PASSENGERS**



**TANKS****Fuel Oil Tanks** $\gamma=0.950(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
F.O.Tank No10 (C)	66%	93.57	55.10	5155.43	0.70	65.50	96.95
F.O.Tank No14 (P) (Daily)	98%	28.66	43.35	1242.579	0.49	14.05	9.426
F.O.Tank No15 (S)(Settl.)	98%	27.08	43.30	1172.348	0.49	13.27	8.655
<b>Total F.O.</b>		<b>149.30</b>	<b>50.70</b>	<b>7570.36</b>	<b>0.62</b>	<b>92.81</b>	<b>115.03</b>

**Diesel Oil Tanks** $\gamma=0.880(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
D.O.Tank No12 (C)	25%	13.95	50.88	709.78	2.32	32.36	39.36
<b>Total D.O.</b>		<b>13.95</b>	<b>50.88</b>	<b>709.78</b>	<b>2.32</b>	<b>32.36</b>	<b>39.36</b>

**Lub Oil Tanks** $\gamma=0.920(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
L.O.Tank No20 (C)	29%	4.32	37.50	162.00	0.22	0.95	17.16
<b>Total L.O.</b>		<b>4.32</b>	<b>37.50</b>	<b>162.00</b>	<b>0.22</b>	<b>0.95</b>	<b>17.16</b>

**Fresh Water Tanks** $\gamma=1.000(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
F.W.Tank No06 (P)	100%	56.86	65.80	3741.39	1.17	66.53	-
F.W.Tank No08 (S)	100%	56.86	65.80	3741.39	1.17	66.53	-
<b>Total F.W.</b>		<b>158.19</b>	<b>65.80</b>	<b>7482.78</b>	<b>1.74</b>	<b>274.67</b>	<b>-</b>

**Water Ballast Tanks** $\gamma=1.025(\text{ton}/\text{m}^3)$ 

Designation of TANKS	Full at	Weight (ton)	LCG (m)	L.Moment (ton*m)	KG (m)	V.Moment (ton*m)	F.S.M. (ton*m)
W.B.Tank No01 (C)	1	72.04	97.85	7048.82	2.58	185.86	-
W.B.Tank No02 (C)	1	34.85	92.25	3214.913	0.86	29.97	-
W.B.Tank No03 (C)	1	73.58	84.65	6228.547	0.86	63.28	-
W.B.Tank No05 (C)	1	150.36	74.75	11239.41	1.12	168.40	-
<b>Total W.B.</b>		<b>330.83</b>	<b>83.83</b>	<b>27731.69</b>	<b>1.35</b>	<b>447.51</b>	<b>-</b>

**Crew/Stores**

<b>Designation of TANKS</b>	<b>Full at</b>	<b>Weight (ton)</b>	<b>LCG (m)</b>	<b>L.Moment (ton*m)</b>	<b>KG (m)</b>	<b>V.Moment (ton*m)</b>	<b>F.S.M. (ton*m)</b>
Crew	100%	4.50	60.00	270.00	8.10	36.45	-
Stores	100%	80.65	63.50	5121.28	4.12	332.28	-
		<b>85.15</b>	<b>63.32</b>	<b>5391.28</b>	<b>4.33</b>	<b>368.73</b>	-

**Provisions**

<b>Designation of TANKS</b>	<b>Full at</b>	<b>Weight (ton)</b>	<b>LCG (m)</b>	<b>L.Moment (ton*m)</b>	<b>KG (m)</b>	<b>V.Moment (ton*m)</b>	<b>F.S.M. (ton*m)</b>
Provisions	100%	11.50	56.13	645.50	8.71	100.17	-
		<b>11.50</b>	<b>56.13</b>	<b>645.50</b>	<b>8.71</b>	<b>100.17</b>	-

**CONDITION 5 – ARRIVAL CONDITION WITH PASSENGERS**

<b>Weight Groups</b>	<b>Weight (ton)</b>	<b>LCG (m)</b>	<b>L.Moment (ton*m)</b>	<b>KG (m)</b>	<b>V.moment (ton*m)</b>	<b>F.S.M. (ton*m)</b>
Water Ballast	330.83	83.825	27731.690	1.353	447.508	-
Fuel Oil	149.30	50.70	7570.36	0.62	92.81	115.03
Diesel Oil	13.95	50.88	709.78	2.32	32.36	39.36
Lub Oil	4.32	37.50	162.00	0.22	0.95	17.16
Fresh Water	113.72	65.80	7482.78	1.17	133.05	-
Passengers	9.00	52.50	472.50	16.00	144.00	-
Baggages	7.20	52.50	378.00	13.40	96.48	
Provisions	11.50	56.13	645.50	8.71	100.17	-
Crew/Stores	85.15	63.32	5391.28	4.33	368.73	-
Pool (Promenade dk)	25.80	9.43	243.29	13.00	335.40	154.83
Jacussi (Promenade dk)	3.80	3.30	12.54	13.00	49.40	1.86
2 Jacussi (Main dk)	5.40	47.40	255.96	7.90	42.66	0.84
<b>Deadweight</b>	<i>759.97</i>	<i>67.179</i>	<i>51053.714</i>	<i>2.426</i>	<i>1843.516</i>	<i>329.09</i>
<b>Lightship</b>	<i>3414.79</i>	<i>47.66</i>	<i>162763.46</i>	<i>7.85</i>	<i>26807.82</i>	<i>-</i>
<b>Displacement</b>	<b>4174.76</b>	<b>51.22</b>	213817.18	<b>6.86</b>	28651.34	329.09

<b>TRIM &amp; STABILITY DATA</b>			
$\Delta =$	4174.76	ton	LCB= 51.72 m from A.P.
V=	4035.16	m <sup>3</sup>	LCG= 51.22 m from A.P.
MCT=	72.30	ton*m/cm	h= 0.499 m
LCF=	44.52	m from A.P	t= 0.288 m (έμπρυμνη)
L <sub>A</sub> =	44.52	m	$\Delta T_A =$ 0.128 m
L <sub>F</sub> =	55.48	m	$\Delta T_F =$ 0.160 m
L <sub>A</sub> /L =	0.445		
L <sub>F</sub> /L =	0.555		
KB=	2.48	m	GMcorr.= 1.42 m
BM=	5.96	m	T <sub>M</sub> = 4.43 m
KM=	8.44	m	T <sub>A</sub> = 4.56 m > D+0.6=3.85m
KG=	6.86	m	T <sub>F</sub> = 4.28 m > 2.7%L <sub>BP</sub> =2.70m
KGcorr.=	6.94	m	
GM=	1.50	m	
M.F.S./ $\Delta$ =	0.079		

- Τα LCG υπολογίζονται ως προς το After Peak.
- Τα KG υπολογίζονται ως προς την Base Line.

STATICAL STABILITY CURVE DATA									
φ (deg)	5	10	12	15	30	40	45	60	75
sinφ	0.087	0.174	0.208	0.259	0.500	0.643	0.707	0.866	0.966
KZ	0.732	1.463	1.750	2.175	4.065	4.727	4.922	5.134	4.902
KG <sub>cor</sub> *sinφ	0.605	1.205	1.443	1.797	3.471	4.462	4.909	6.012	6.705
GZ	0.127	0.258	0.307	0.378	0.594	0.265	0.013	-0.878	-1.803

STABILITY CRITERIA-FULL LOAD CONDITION		
	Available	Required
Downflooding angle θf	42.1°	-
Area to 30°	0.1560	0.055 m*rad
Area to 40°	0.2363	0.09 m*rad
Area 30° to 40°	0.0804	0.03 m*rad
Angle at maximum GZ	27.8°	25°
Maximum GZ	0.607	0.20 m
Initial GM	1.42	0.15 m

**Area to 30°** Spacing=30\*0.01745/6=0.08725 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0.000
1	4	0.127	0.508
2	2	0.258	0.515
3	1	0.378	0.378
4	2	0.502	1.004
5	4	0.591	2.364
6	1	0.594	0.594
			5.363

**$A=1/3 *Spacing * 5.363 m = 0.1560 m*rad > 0.055 m*rad$**

**Area to 40°** Spacing=40\*0.01745/8=0.08725 rad

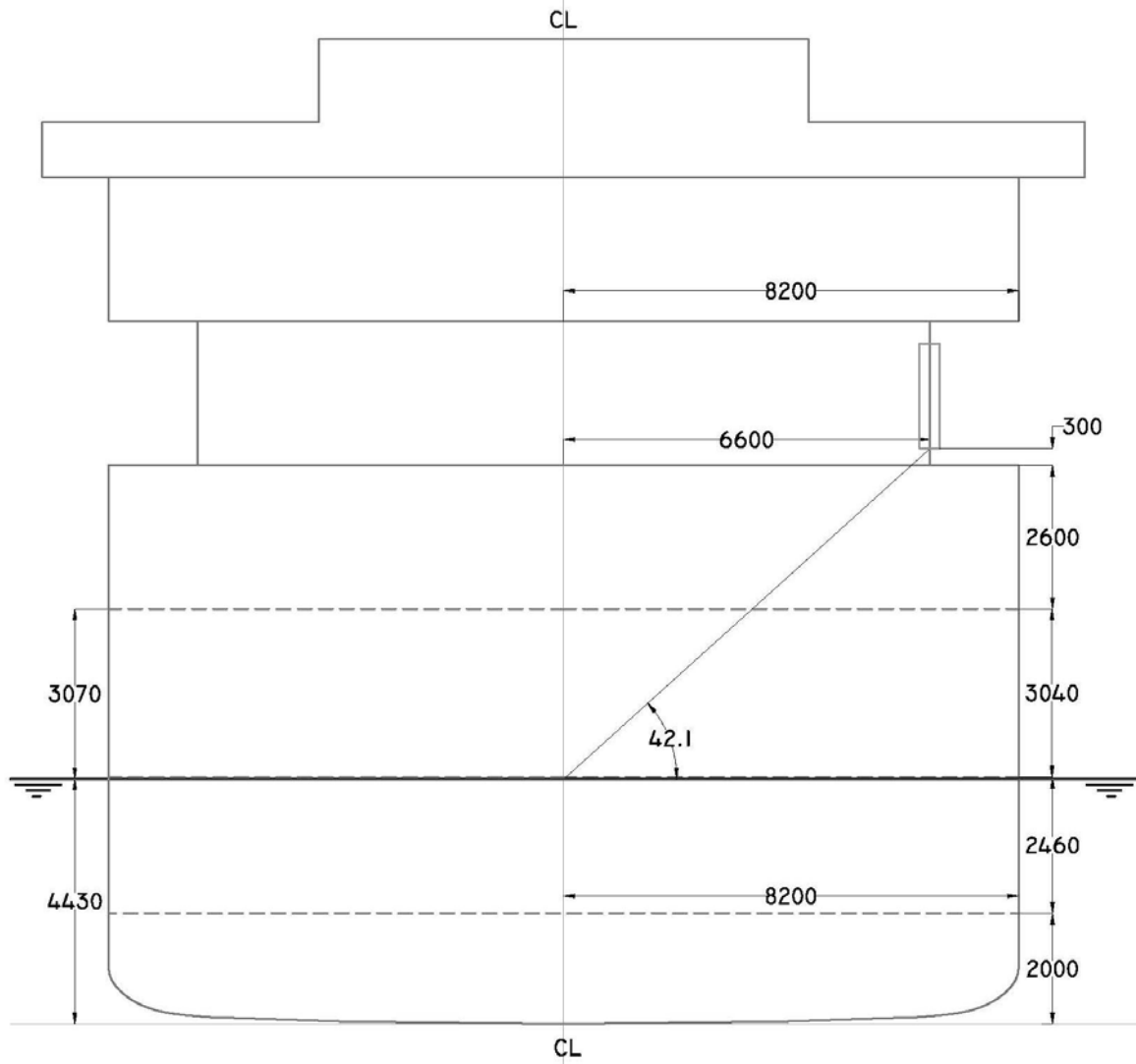
a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0.000
1	4	0.127	0.508
2	2	0.258	0.515
3	1	0.378	0.378
4	2	0.502	1.004
5	4	0.591	2.364
6	2	0.594	1.188
7	4	0.476	1.904
8	1	0.265	0.265
			8.126

**$A'=1/3 *Spacing * 8.126 m=0.2363 m*rad > 0.09 m*rad$**

**$Area\ 30\ to\ 40 = A' - A = 0.2363-0.1560 = 0.0804m*rad > 0.03 m*rad$**

**Downflooding Angle**

ARRIVAL CONDITION WITH PASSENGERS

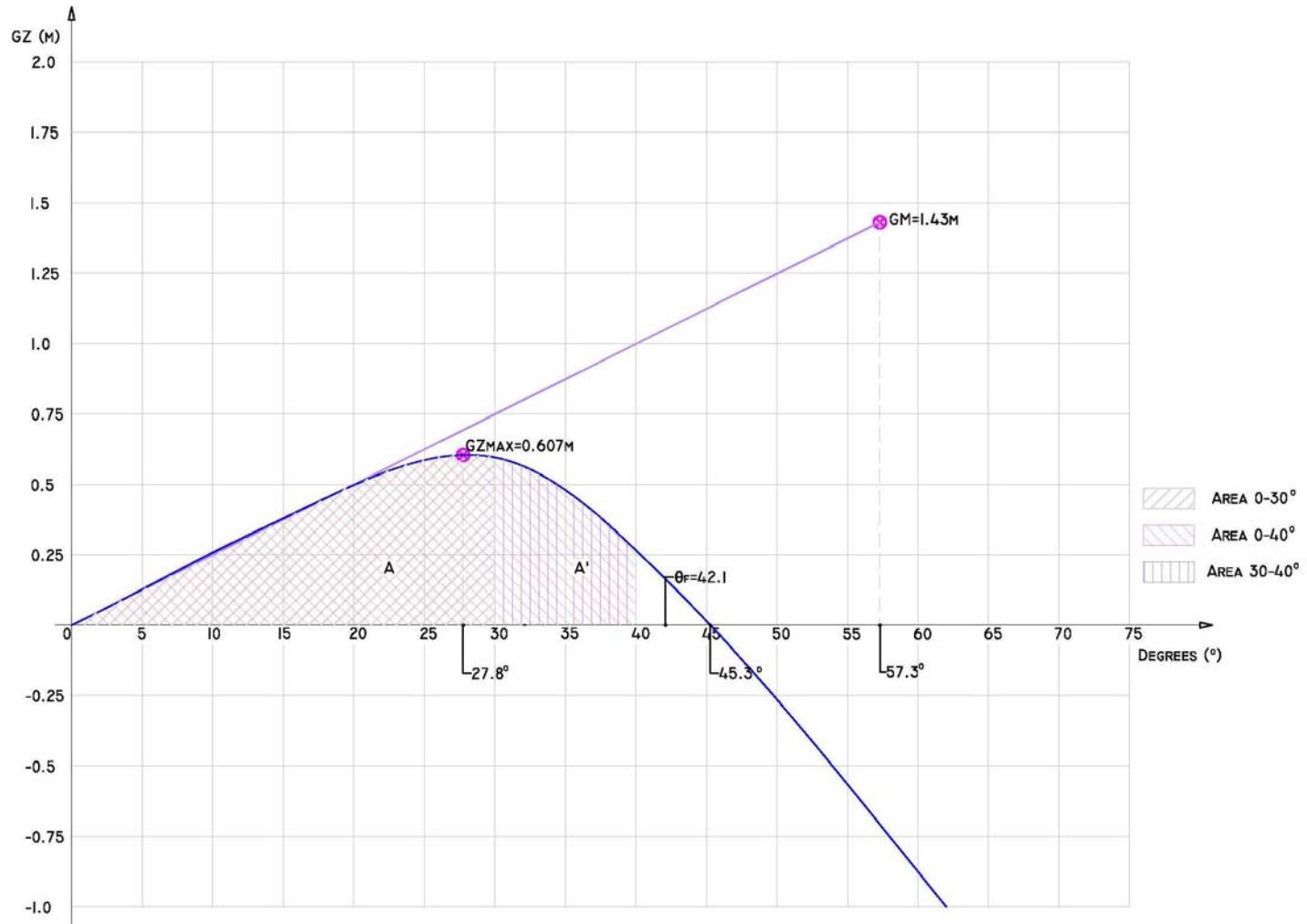


$$\tan\theta_f = \frac{Y.E. + H_{deckA} + 0.300}{B_{superstructure}/2} \rightarrow \tan\theta_f = \frac{3.070 + 2.600 + 0.300}{6.600} \rightarrow \tan\theta_f = 0.905$$

$$\theta_f = \tan^{-1} 0.905 \rightarrow \theta_f = 42.1^\circ$$



**ARRIVAL CONDITION WITH PASSENGERS**



### WEATHER CRITERIA ARRIVAL CONDITION WITH PASSENGERS

Υπολογισμός επιφάνειας A και μοχλοβραχίονα :

A: προβεβλημένη πλευρική επιφάνεια τμήματος πλοίου και φορτίου πάνω από την ίσαλο

Z: καθ' ύψος απόσταση του κέντρου επιφάνειας A ( $Z_A$ ) από το κέντρο της βρεχόμενης επιφάνειας του πλοίου ( $Z_{\text{under}}=2.208\text{m}$ )

	Area (m <sup>2</sup> )	Z <sub>A</sub> (m)	Z=Z <sub>A</sub> -Z <sub>under</sub>	A*Z (m <sup>3</sup> )
Freeboard	330.000	6.108	3.900	1287.00
Superstructures	966.000	13.078	10.870	10500.42
TOTAL	1296.000		9.095	11787.42

$$L_{w1} = \frac{P \cdot A \cdot Z}{\Delta} = \frac{0,0514 \cdot 11787,42}{4174,76} = 0.144\text{m}$$

$$L_{w2} = 1.5 L_{w1} = 0.216\text{m}$$

$$\frac{B}{d} = \frac{16.4\text{m}}{4.43\text{m}} = 3.620 \rightarrow x_1 = 0.800$$

$$C = 0.373 + 0.023 \cdot \frac{B}{d} - 0.043 \cdot \frac{L}{100} = 0.413 \rightarrow x_2 = 0.75$$

$$T = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{GM}} = 11.328\text{sec} \rightarrow s = 0.070$$

$$r = 0,73 \pm 0,6 \cdot \frac{OG}{d}, \text{ όπου } OG \text{ η καθ' ύψος απόσταση του } KG \text{ από την ίσαλο.}$$

$$\text{Για την Departure έχουμε } OG=2.42 \text{ m, οπότε } r = 0.73 + 0.6 \cdot \frac{OG}{d} = 1.058$$

$$\theta_1 = 109 \cdot k \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \sqrt{s \cdot r} = 17.80\text{deg}$$

$$\theta_0 = 5.70\text{deg}$$

$$\theta_2 = \theta_f = 42.1\text{deg}$$

Υπολογισμός επιφανειών A και B:

Επιφάνεια A (8.5° - 41.03°)

**Area A 8.5°-41.03°** Spacing=32.53\*0.01745/6=0.094608 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0.000
1	4	0.134	0.535
2	2	0.267	0.534
3	1	0.369	0.369
4	2	0.375	0.751
5	4	0.238	0.953
6	1	0.000	0.000
			3.142

$$A=1/3 * \text{Spacing} * 3.142 \text{ m} = 0.0991 \text{ m*rad}$$

Επιφάνεια B ((-12.15°) -8.5°)

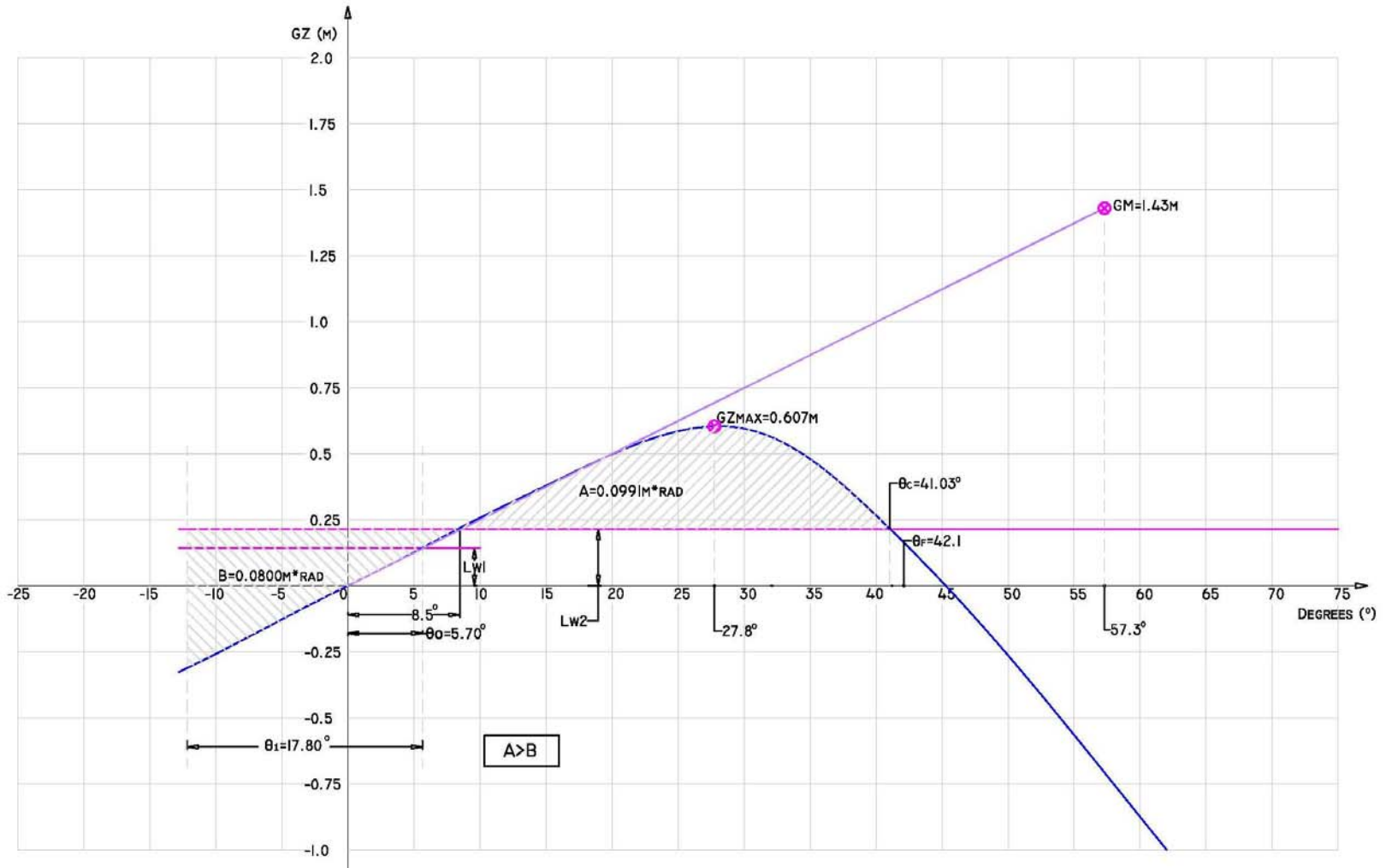
**Area B to (-12.15)°-8.5°** Spacing=20.6\*0.01745/6=0.059912 rad

a/a	Simpson's Coef.(s)	GZ=f(φ)	S*GZ
0	1	0.000	0
1	4	0.091	0.364
2	2	0.177	0.354
3	1	0.266	0.266
4	2	0.353	0.706
5	4	0.444	1.776
6	1	0.529	0.529
			3.995

$$B=1/3 * \text{Spacing} * 3.995 \text{ m} = 0.0800 \text{ m*rad}$$

Παρατηρούμε ότι  $A > B$ .

**ARRIVAL CONDITION WITH PASSENGERS**



### Γωνία Κλίσης Λόγω Μετακίνησης Επιβατών

Στο συγκεκριμένο πλοίο όλοι οι επιβάτες είναι δυνατό να κατανεμηθούν στο ανώτερο κατάστρωμα, του οποίου το μέγιστο πλάτος είναι 16.400 m. Σύμφωνα πάντα με το Β.Δ. 740/69 οι επιβάτες καταλαμβάνουν μια λωρίδα πλάτους 1.18 m στο άκρο μιας πλευράς του καταστρώματος με πυκνότητα 4 άτομα / m<sup>2</sup>. Το βάρος κάθε επιβάτη λαμβάνεται ίσο με 75 kg και το κέντρο βάρους του 0.9 m πάνω από το κατάστρωμα.

Το συνολικό βάρος των επιβατών θα είναι :

$$P = 120 \times 0.075 = 9.0 \text{ ton}$$

Ο μοχλοβραχίονας της ροπής εγκάρσιας κλίσης θα ισούται με :

$$\delta = (16.4 / 2) - (1.18 / 2) = 7.61 \text{ m}$$

Συνεπώς η ροπή θα προκύψει ίση με :

$$M = P \times \delta = 8.4 \times 7.61 = 68.49 \text{ ton} \times \text{m}$$

Άρα η γωνία κλίσεως λόγω μετακίνησης των επιβατών στην πλευρά του ανώτερου καταστρώματος θα είναι ίση με :

$$\theta_p = \arctan (M / \Delta \times GM) = \arctan (68.49 / 174.76 \times 1.42) = 0.67^\circ$$

$$\theta_p < 10^\circ$$

### Γωνία Κλίσης Λόγω Κύκλου Στροφής

Η ροπή λόγω του κύκλου στροφής υπολογίζεται από την σχέση  $M_R = 0.196 \frac{V_0 \cdot \Delta}{L} \cdot (KG - \frac{d}{2})$ ,

όπου :  $V_0$  η ταχύτητα υπηρεσίας σε m/sec  
 $\Delta$  το εκτόπισμα σε tons  
 $L$  το μήκος ισάλου σε m  
 $KG$  το κέντρο βάρους καθ' ύψος σε m  
 $d$  το μέσο βύθισμα σε m

$$M_R = 0.196 \frac{V_0^2 \cdot \Delta}{L} \cdot (KG - \frac{d}{2}) \rightarrow M_R = 0.196 \frac{17^2 * 0.515^2 \cdot 4174.76}{99.904} \cdot (6.94 - \frac{4.43}{2}) \rightarrow$$

$M_R = 1117.5 \text{ KNt} \cdot \text{m}$ . Άρα η γωνία κλίσεως λόγω κύκλου στροφής θα είναι ίση με :

$$\theta = \arctan (M / \Delta \times GM) = \arctan (1946.7 / 4174.76 \times 1.42) = 9.7^\circ$$

$$\theta < 10^\circ$$